

"KLÍMA-21" Füzetek

KLÍMAVÁLTOZÁS – HATÁSOK – VÁLASZOK



Hím kék vércse

Hevesi sík, 2007 július, fotó: Palatitz Péter

Forrás: <http://kekvercse.mme.hu/>

A TARTALOMBÓL

A nemzetközi
kvótakereskedelmi
rendszerek
a klímavédelemben

Magyarország
hidroklimatológiai
jellemzése

Szélsőséges
vízháztartású évek
az Alföldön

A Tisza-völgy
fenntartható
hasznosítása

Az időjárás hatásai
a kék vércse
fészekaljméretére

A turizmus szereplőinek
klímaváltozáshoz való
alkalmazkodása

Játékelmélet
a klímaváltozás
vizsgálatánál

Édesvíz-prognózis 1982-ből

2011. 65. szám

„KLÍMA-21” FÜZETEK
KLÍMAVÁLTOZÁS – HATÁSOK – VÁLASZOK

“CLIMA-21” BROCHURES
CLIMATE CHANGE – IMPACTS – RESPONSES

„KLIMA-21” HEFTE
KLIMAÄNDERUNG – AUSWIRKUNGEN – LÖSUNGEN

«КЛИМА-21» БРОШЮРЫ
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА – ВЛИЯНИЯ – ОТВЕТЫ

SZERKESZTŐ:
CSETE LÁSZLÓ
c. egyetemi tanár

SZERKESZTŐSÉG:
1093 Budapest, Zsil u. 3–5.
Tel.: 476-3295
E-mail: csetel@mail.datanet.hu

KIADJA:
MTA KSZI KLÍMAVÉDELMI KUTATÁSOK KOORDINÁCIÓS IRODA

FELELŐS KIADÓ:
LÁNG ISTVÁN
akadémikus

ISSN 1789-428X

Készült:
AKAPRINT KFT. BUDAPEST – Felelős vezető: Freier László

TARTALOM

<i>Faragó Tibor: A levegőkörnyezet- és klímavédelem nemzetközi kvótakereskedelmi rendszerei</i>	3
<i>Szalai Sándor: Magyarország hidroklimatológiai jellemzése</i>	17
<i>Pálfai Imre: Szélsőséges vízháztartású évek az Alföldön 1931–2010 között</i>	29
<i>Dezsény Zoltán: A Tisza-völgy fenntartható hasznosítása és klímavédelmi hatásai</i>	33
<i>Fehérvári Péter – Lázár Bence – Palatitz Péter – Solt Szabolcs – Kotymán László – Harnos Andrea: Az időjárás hatásai a kék vércse (Falco vespertinus) fészekalj-méretére</i>	53
<i>Szécsi Nóra – Csete Mária: A turizmus szereplőinek klímaváltozáshoz való alkalmazkodása a Szentendrei Kistérségben</i>	64
<i>Turchányi Miklós – Gaal Gyula – Török Ádám: Játékelmélet használata a klímaváltozás vizsgálatánál</i>	87
<i>Csete László: Édesvíz-prognózis 1982-ből</i>	95
 Summary	 104
Contents	110

A LEVEGŐKÖRNYEZET- ÉS KLÍMAVÉDELEM NEMZETKÖZI KVÓTAKERESKEDELMI RENDSZEREI

FARAGÓ TIBOR

Kulcsszavak: ózonréteg, savasodás, szennyező anyag, megállapodások, kereskedelem.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A nemzetközi, illetve államközi környezetvédelmi megállapodásokban foglalt, az azokban részes felek számszerűsített környezeti erőforrás-korlátozási vagy környezet-szennyezés-korlátozási kötelezettségei teljesítésére esetenként kvótakereskedelmi rendszereket vezettek be. Az ilyen kötelezettségek teljesítése érdekében a megállapodásban részes államok „hazai” intézkedéseket hoznak és hajtanak végre. Ha ezek az intézkedések (például költséghatékonysági megfontolásokból) nem elégségesek, akkor a kvótakereskedelmi rendszer segítségével a hiányzó kvóákat megvásárolhatják azon államoktól (vagy közvetítőktől), amelyeknek többlete van.

A levegőkörnyezet esetében az emberi tevékenységek által, azok nem-szándékosan kibocsátott légszennyező anyagok okoznak jelentős problémát. Ezek között a nagy távolságra eljutó levegőszennyező anyagok káros hatásai miatt születtek meg azok a nagy jelentőségű nemzetközi egyezmények, amelyek célja a magaslégtérben az ózonréteg védelme, a környezeti savasodás csökkentése, a földi éghajlat védelme (vagy például a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagok felhasználásának korlátozása, amivel e dolgozatban nem foglalkoztunk). Mindhárom témakörben felmerült a kibocsátási kvóták kereskedelmének lehetősége.

Ugyanakkor a gyakorlatban csak a környezeti savasodást kiváltó gázkibocsátásokra az USA-ban és néhány más államban bevezetett – az érintett létesítmények részvételével működő – emisszió-kereskedelmi rendszer, valamint az üvegházhatású gázokra a vonatkozó nemzetközi megállapodásban (Kiotói Jegyzőkönyv) részes fejlett államok közötti, illetve az EU tagállamainak érintett létesítményei közötti emisszió-kereskedelmet támogató rendszer valósult meg.

Az ilyen rendszereket gazdasági szempontból sokan kifejezetten előnyösnek tekintik, mások például környezetetika szempontból kifogásolják ezek alkalmazását. Ez utóbbi kapcsán azt vetik fel, hogy az emisszió-kereskedelem tulajdonképpen a „szennyezési jogok” kereskedelmét jelenti, és egyúttal azt, hogy akinek pénze van, az pénzzel – piacfüggően esetleg csak „aprópénzzel” – válthatja ki az általa keltett környezetszennyezést.

Emiatt is lett különösen fontos az, hogy ezeket az eszközöket kiegészítő jellegűnek szánták, azzal a szándékkal, hogy az államok és a cégek elsősorban maguknál érjék el – például kevésbé környezetszennyező termelési szerkezetre való áttéréssel vagy jobb technológiák bevezetésével – a környezetileg káros kibocsátások csökkentését. Az eredeti célok szerint tehát a környezetszennyezésnek csak egy kisebb része lehetne pénzzel megváltható az emisszió-kereskedelem keretében.

Más megközelítésben az USA-ban annak idején a kén-dioxid-kibocsátásokra bevezetett rendszer és az EU-ban a közelmúltban a szén-dioxid-kibocsátásokra bevezetett rendszer jelentőségét az adja, hogy egyrészt ez még mindig ösztönzőbben hatott az érintett cégekre az „utasítás-és-ellenőrzés” típusú szabályozáshoz képest, másrészt a klímavédelemben egyfajta közvetlen környezetvédelmi partneri kapcsolatot teremtett az állam és az érintett vállalatok között.

Az említett emisszió-kereskedelmi rendszerek gazdasági és környezeti hatékonyságát végső soron az igazolhatja, ha ezek révén összességében elérhető vagy akár meg is haladható a kitűzött környezetszennyezés-csökkentési cél. Ennek egyik alapvető gyakorlati feltétele pedig az, ha az emisszió-kereskedelemben részt vevő felek az értékesíthető többletkvótákat eredményező kibocsátáscsökkentést is „környezetbarát” fejlesztésekkel vagy termelési/gazdasági szerkezetátalakítással érik el, s az eladott kvótákból keletkező bevételt is ilyen – a versenyképességet is erősítő – fejlesztésekre vagy modernizációra fordítják.

BEVEZETÉS

A nagytérségű – globális vagy regionális – környezeti hatásokkal járó emberi tevékenységek között megkülönböztetett figyelem övezi azokat, amelyekért több – vagy szélső esetben minden – állam visel bizonyos mértékű felelősséget. A nemzeti fennhatóság hatálya alá nem tartozó, így közösnek (közjóságnak) minősülő egyes természeti erőforrások felhasználásának, kiaknázásának korlátozása esetében és egyes környezeti elemek szennyezésének csökkentése, állapotmódosításának korlátozása érdekében is létrehozta olyan nemzetközi eszközöket, amelyek alkalmazásával az egyes államok nem arányos felelősségük mértékében vesznek részt a közös célkitűzés végrehajtásában. Ehelyett kötelezettségeik egy részét megváltatják oly módon, hogy többlet környezeti erőforrás felhasználási jogot vagy többlet környezet-szennyezési jogot vesznek át vagy vásárolnak meg olyan államoktól, amelyek ennek fejében és mértékében a számukra meghatározottnál kevesebb környezeti erőforrást fognak felhasználni, illetve annál kisebb környezetszennyezést fognak okozni. Az ilyen nemzetközi megállapodásokhoz soroljuk a regionális gazdasági közösségek tagjai, így mindenekelőtt az Európai Közösség tagállamai által elfogadott szabályozó eszközöket, annál is inkább, mivel az Európai Közösség – a tagállamok mellett – maga is

számos nemzetközi környezetvédelmi megállapodás részese.

Az államközi mechanizmusok mellett egy-egy államon belül is létrejöttek ilyen megoldások, amelyekben nem központosított módon egy állami szerv foglalkozik a jogok átadásával-átvételével, hanem – az állami szabályozás keretei között és bejelentési, elszámolási kötelezettség mellett – azt közvetlenül végezhetik az érintett vállalkozások és más szereplők.

A pénzbeli megváltás helyett más jellegű kompenzációkra is van példa. Ilyennek tekinthető például az Európai Közösség akkori 15 tagállamának „tehermegosztási” megállapodása az 1997. évi Kiotói Jegyzőkönyvben általuk közösen vállalt kibocsátáscsökkentési kötelezettség végrehajtására: ennek alapján egyes tagállamok az átlaghoz többel, mások kevesebbel járultak hozzá¹.

¹ A Tanács 1998. évi döntése értelmében az átlagos 8%-os kibocsátáscsökkentéshez az akkori 15 tagállam a következő arányban járult hozzá: Ausztria –13%, Belgium –7,5%, Dánia –21%, Finnország 0%, Franciaország 0%, Németország –21%, Görögország +25%, Írország +13%, Olaszország –6,5%, Luxemburg –28%, Hollandia –6%, Portugália +27%, Spanyolország +15%, Svédország +4%, Egyesült Királyság –12,5%. Láthatóan különösen a négy akkori „kohéziós” tagállam számára csak a gyors gazdasági felzárkózásukból

A környezeti erőforrás felhasználási jogok egységeiről, más szóval kvótáiról, s a környezetszennyezési jogok egységeiről, kvótáiról, illetve az ilyen kvóták átadás-átvételéről, átruházásáról – egyszerűbben kifejezve mindkét esetben egy sajátos kvótakereskedelemtől – van szó.

A természeti környezet erőforrásaival kapcsolatos ilyen mechanizmusokra jól ismertek a halászati kvóták meghatározását, kiosztását és átadásának, átruházásának lehetőségét tartalmazó nemzetközi és nemzeti szintű szabályozások². Hosszú történelmi múltra tekintenek vissza a vízkészletek felhasználására vonatkozó nemzetközi és államközi együttműködési megállapodások³. De ide sorolhatók a nemzeti fennhatóság alá nem tartozó térségek erőforrásainak kiaknázását, kiaknázásának lehetőségét vagy éppenséggel korlátozását szabályozó két- és többoldalú egyezmények⁴.

A környezetterhelés csökkentését a probléma „forrásához közelebb” is el lehet, sőt célszerűbb elérni. A levegőszennyezésnél ez történt az ózonkárosító anyagok termelésére kiszabott mennyiségi korlátok (kvótamenyiségek) meghatározásával a vonatkozó nemzetközi megállapodás alapján. Közvetve vagy közvetlenül a természeti környezet erőforrásait is érintő kvótarendszerekre persze sok más nemzetközi példa van (EU mezőgazdasági kvótái, OPEC kőolaj-kitermelési kvótái stb.).

adódó nagymértékű kibocsátásnövekedés lassítását várták el a többiek.

² Shotton, R. (ed., 2001): Case studies on the allocation of transferable quota rights in fisheries. *FAO Fisheries T.P.* No. 411. Rome, FAO

³ Colorado River Compact, 1922 (az USA érintett szövetségi államai között); 1889, 1944: Utilization of Waters of the Colorado and Tijuana rivers, and of the river of the Rio Grande (az USA és Mexikó között)

⁴ Antarktisz Szerződés, 1959; a kontinentális talapzattal kapcsolatos alapvető rendelkezéseket tartalmazó ENSZ Tengerjogi Egyezmény, 1982, s az arra is épülő számos kétoldalú megállapodás.

Szennyező anyagoknak a környezetbe való kibocsátása kapcsán alapvetően egyes levegőszennyező anyagok különböző forrásokból származó kibocsátásainak, légkörben való felhalmozódásának, illetve hatásainak „összeadódása”, továbbá a különböző kibocsátási források esetében a szükséges kibocsátáscsökkentés eltérő költsége teremtett olyan helyzetet, hogy felmerülhetett a vonatkozó kibocsátási kvóták átadás-átvételének gondolata. Az élővizekkel kapcsolatban sem új keletű nemzeti szinten (de széles körben nem elterjedt) az összerhelés csökkentésére az átruházható szennyezési jogok rendszere⁵; de ezt a megközelítést – szemben a nagy távolságra terjedő levegőszennyező anyagokkal – nemzetközi keretekben, így például a Fekete-tenger szennyezés elleni védelméről szóló egyezmény és ezzel összefüggésben a Dunába jutó tápanyag-csökkentési együttműködésben nem vették be, bár ennek általános elvi alapja adott a vonatkozó jegyzőkönyvben⁶.

A környezetszennyezés kezelésének nemzetközi megállapodásokkal is összefüggő kötelezettségeinek teljesítésére más típusú – országhatárokat átszelő – együttműködések is léteznek. Ide sorolhatók a többek között környezetetikai szempontból meglehetősen elmentmondásos, a szennyező anyagok országhatárokon át való szállításával is együtt járó olyan nemzetközi együttműködések, mint például hulladéklerakók közös létesítése és/

⁵ Schoon, N. (1995): Pollution quotas. The In-dependent (The Business Section)

⁶ Protocol on the Protection of the Black Sea Marine Environment Against Pollution from Land-Based Sources and Activities, 1992: Art. 10, 2. If pollution from a watercourse which flows through the territories of two or more Contracting Parties or forms a boundary between them affect or is likely to affect the marine environment of the Black Sea, the Contracting Parties in question, respecting the provisions of this Protocol in so far as each of them is concerned, are called upon to cooperate with a view to ensuring its full application.

vagy használata, avagy a karbon-leválasztás és -tárolás technológiájával kapcsolatban jelenleg kibontakozó EU-s rendszer, amelynek keretében két vagy több állam megállapodhat egy-egy ilyen létesítmény közös használatáról. Ezekben az esetekben az adott létesítmény befogadóképességi, kapacitási egységeinek elosztása, átadása/átengedése történik a beruházási és/vagy az üzemeltetési költség-rész megtérítésének ellenében.

Ákár nemzetközi (államközi), akár nemzeti szinten vizsgáljuk, a kétféle probléma – tehát a természeti erőforrásokkal és a környezetszennyezéssel kapcsolatos probléma – és kvótakereskedelmi megoldása többek között környezeti hatásai miatt nagymértékben különbözik egymástól. Az alábbiakban a levegőszennyező anyagok kibocsátásával foglalkozó kvótakereskedelem lényegének bemutatásával foglalkozunk.

KVÓTAKERESKEDELEM A KÖRNYEZETI SAVASODÁST ELŐIDÉZŐ ÉS AZ ÓZONKÁROSÍTÓ GÁZOKKAL

Levegőtisztaság-védelmi célú nemzeti kvótarendszerek

Az „emisszió-kereskedelem” (kibocsátási jogok, illetve egységeinek kereskedelme) gyakorlati szinten az USA-ban került bevezetésre a környezeti savasodást kiváltó, emberi tevékenységekből eredő légköri szennyező anyagok kibocsátásának csökkentésére. Az 1970. évben, majd 1990-ben módosított szövetségi „Tiszta Levegő” törvénnyel⁷ bevezetett „Savas Eső Program”⁸ keretében elsőként a kén-dioxid-kibocsátásokra meghatározott csökkentési cél – felső kibocsátási korlátot jelentő összesített kibocsátási mennyiséggel, más szóval „sapkával” megadott

cél – eléréséhez vezették be az „emisszió-kereskedelmet”⁹. Ezt egy piaci, piacokonform eszköznek tekintették és a szabályozás által érintett vállalkozások számára lehetővé tette, hogy a részükre külön-külön meghatározott éves kibocsátási szint – előrelátható – túllépése esetén ne az állami hatóság által kivetendő bírságot kelljen kifizetniük, hanem az adott vállalkozások a hiányzó kibocsátási jogot megvásárolhassák más vállalkozásoktól. Olyan vállalkozásoktól, amelyek éves kibocsátása viszont a számukra meghatározott szint alatt maradna. E cégek az így fel nem használt, „ki-nem-bocsátott” kibocsátási egységeiket vagy átvihetik a következő évre (saját célra való „bankolás”), vagy eladhatják, átruházhatják más cég részére. A vevőnek azért éri meg e kibocsátási jogok megvásárlása, mert ez még mindig olcsóbb („költséghatékonyabb”) lenne, mint a kibocsátáscsökkentő beruházás vagy a bírság.

A rendszert eredetileg a kén-dioxid-kibocsátások szabályozására alkották meg, s az a fosszilis tüzelőanyagokra alapozott meglevő, működő villamos erőművekre vonatkozott. A kiindulási alapot – bázist vagy viszonyítási szintet – az 1980. évi összesített kibocsátásaik jelentették, és a cél az volt, hogy ez fokozatosan a felére csökkenjen. E célt „lebontva” tehát minden egyes ilyen vállalkozásra meghatározták a kibocsátható mennyiséget (fajlagosan, egységnyi megtermelt energiamennyiségre megadva azt, azaz akár például a füstgázból megfelelő hatásfokú kénleválasztás által a kén-dioxid-kibocsátás csökkentésével, tüzelőanyag-váltással vagy az energiatermelés hatékonyságának fokozásával is teljesíthetővé vált az erőműre kiszabott előírás). Az új építésű erőművekre már eleve szigorúbb kibocsátási előírások voltak érvényben.

A cégek közötti „kvótakereskedelem” elősegítésére egy sajátos központosított tőzsdejellegű intézmény¹⁰ jött létre, s en-

⁷ Clean Air Act (CAA) Extension, 1970 (84 Stat. 1676, P.L. 91-604); CAA Amendments, 1990 (104 Stat. 2468, P.L. 101-549); 42 U.S.C. §7401

⁸ Acid Rain Program

⁹ Cap-and-Trade

¹⁰ Chicago Board of Trade (annual acid rain allowance auctions)

nek közreműködésével a számukra előírtnál alacsonyabb kibocsátást elérő cégek árverésre bocsáthatták kvótatöbbletüket. A cégek részére kiadott éves kibocsátási egységek mennyiségének fokozatos csökkenése nyomán a kvóták tőzsdei árfolyama jelentős mértékben emelkedett, olyannyira, hogy egyrészt egy idő után felszámolták a régi építésű, felettébb környezetszennyező erőművi blokkokat, másrészt megérte például a kibocsátáscsökkentő technológiák beépítése, semmint a hiányzó kibocsátási egységek megvásárlása vagy még inkább a bírság megfizetése.

Összességében a kitűzött kibocsátáscsökkentési célt elérték, és ebben kétségkívül komoly szerepe volt a fentiekben röviden ismertetett piaci eszköznek. Az emisszió-kereskedelmi rendszer alkalmazását a hivatalos szervek és a vállalkozások eredményesnek ítélték meg (nyilván ahhoz képest is értékelve azt, hogy ha e helyett egy nem piaci szabályozási, „utasítás-és-ellenőrzés” típusú eszközt vezettek volna be). Különböző civil szervezetek azonban többek között etikai okokból helytelenítették egy ilyen eszköz alkalmazását azon az alapon, hogy az valójában a környezetszennyezési jogok adásvételét jelenti.

Később más országokban – így például Lengyelországban, Szlovákiában, Svédországban^{11,12,13} – is részben hasonló, nemzeti keretek között működő emisszió-kereskedelmi mechanizmust alakítottak ki e kibocsátásokra, elsősorban a vonatkozó nemzetközi egyezmény alapján előírt kibocsátáscsökkentési kötelezettségeik teljesítésének elősegítésére.

¹¹ Tradeable industrial emissions demonstration project, Chorzow, Poland, 1991

¹² *Mojik I.* (2002): Experience with Emission Trading in Slovakia, AIXG Workshop, Berlin

¹³ Sweden, 2007: Emission trading for sulphur and nitrogen oxides – means to green maritime shipping. The Swedish Energy Agency, the Swedish Env. Protection Agency, the Swedish Institute for Transport and Communications Analysis and the Swedish Maritime Administration

Államközi együttműködés a savasodást kiváltó kibocsátások csökkentésére

A kibocsátáscsökkentés végrehajtási eszközöként a fentiekben részletezett megoldás lehetőségét vezették be nemzetközi szinten a páneurópai – az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága égisze alatt létrejött – levegőtisztaság-védelmi egyezmény keretében¹⁴. Az 1979. évi egyezmény célkitűzéseivel összhangban 1994-ben fogadták el a kénkibocsátások további csökkentését előíró újabb jegyzőkönyvet¹⁵ (nem hivatalos nevén a „második kén-jegyzőkönyvet”). E jegyzőkönyv meghatározta a részes államok számára, hogy mennyivel kell csökkenteniük a kénkibocsátásaikat. A költséghatékony-ság (költségcsökkentés) szándékával annak egyik rendelkezése lehetővé tette, hogy két vagy több részes állam együttesen teljesítse a számukra külön-külön előírt kibocsátáscsökkentési kötelezettséget.

E levegőszennyező, a környezeti savasodást előidéző, nagy távolságra eljutó anyagok esetében azonban egy esetleges kibocsátásijog-átadás a kibocsátási forrás helyének módosítását is jelenti. Márpedig a levegőszennyező anyagok nagytérségű terjedését vizsgáló számítógépes modellekkel az is kimutatható, hogy ezáltal miképpen alakulhat a máshonnan kibocsátott levegőszennyező részecskék terjedése, légkörből való kikerülése (üledése), és így hol keletkezhet többlet (máshol pedig értelemszerűen kevesebb) környezetsavasodási hatás. Tehát két részes fél esetleges ilyen kvótaátadási-átvételi megállapodása nyomán más országok környezetterhelésében is változások lehetnek.

E közvetett következmények miatt írták elő olyan sajátos korlátozó feltételek kidolgozását, amelyek betartásával lehetett volna

¹⁴ *Faragó T. – Nagy B.* (szerk., 2005): Nemzetközi környezet- és természetvédelmi egyezmények jóváhagyása és végrehajtása Magyarországon. KvVM – ELTE

¹⁵ The Oslo Protocol of the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, 1994

a fenti típusú megállapodásokat megkötni és végrehajtani. Ehhez az alapvető feltételeket 1997-ben fogadták el¹⁶, de nem ismeretes, hogy végül e lehetőség használatát akárcsak kísérleti jelleggel tervezte-e a jegyzőkönyvben részes bármely két állam.

A nemzetközi megállapodással párhuzamosan és azzal összhangban fejlődött az Európai Közösség tagállamai közötti együttműködés kezdetben a környezeti savasodást kiváltó, majd a későbbiek során más levegőszennyező anyagok kibocsátásának közösségi szabályozására. Amikor az e témakörben korábban kidolgozott szabályozási eszközök (integrált szennyezésmegelőzési és -csökkentési irányelv, nagy tüzelőberendezésekkel foglalkozó irányelv stb.) egységesítésének céljával készülő „Ipari kibocsátási irányelvet” tárgyalták, akkor felmerült az érintett gázokra (dinitrogén-oxidok és kén-dioxid) vonatkozó emisszió-kereskedelem bevezetése, de végül elvetették ennek lehetőségét.

Az ózonkárosító anyagokkal kapcsolatos kvótaátadási lehetőségek

A magasléghőmérsékletű ózonréteg védelmére megkötött 1985. évi egyezményt már sokkal konkrétabb előírásokat tartalmazó nemzetközi jogi eszközöként az 1987. évi Montreali Jegyzőkönyv követte¹⁷. Az alapvető cél az volt, hogy gyors ütemben csökkenjen a légkörbe kerülő ózonkárosító vegyi anyagok mennyisége. Ennek megvalósítását értelemszerűen úgy lehetett a leghatékonyabban elérni, ha meghatározzák ezen anyagok előállításának, kereskedelmének, felhasználásának csökkentési ütemét minden egyes államra. Tehát ebben az esetben a kibocsátásszabályozást már nem az amúgy gyakorlatilag ellenőrizhetetlen „csővégi”, hanem a „forrásánál” megvalósuló megoldással kellett elérni.

(Gyakorlatilag azért ellenőrizhetetlen, mert például a legismertebb ózonkárosító anyagot hűtőközegként a háztartások hűtőszekrényeiben alkalmazták, és azokból e gáz különféle okokból „szabadulhatott” ki és kerülhetett a légkörbe.) Az azóta eltelt időszakban a jegyzőkönyvet több alkalommal módosították és kiegészítették – részben a számszerűsített célok további szigorításával, részben újabb ózonkárosító anyagokra való kiterjesztésével.

Ez a nemzetközi megállapodás lehetővé teszi, hogy valamelyik részes fele a számára valamely szabályozott ózonkárosító anyag vonatkozásában megszabott (maximált) gyártási vagy felhasználási mennyiséget jelentő jog egy részét átadja a megállapodásban részes másik államnak. Az első ilyen kétoldalú megállapodást Ausztrália és Új-Zéland kötötte. Az ilyen kvótaátadásokról a feleknek értesíteniük kell a nemzetközi megállapodás titkárságát, ahol jegyzéket vezetnek ezekről, és figyelembe veszik, amikor értékelik az egyes államok kötelezettségeinek teljesítését. Ennek megfelelően egy állam részben úgy is végrehajthatja e kötelezettségét, hogy abba beszámíthatja az esetlegesen más államoktól átvett, azok által nem kihasznált termelési jogot. Részben hasonló rendelkezéseket vezettek be az érintett anyagok felhasználási mennyiségei esetében is a felhasználási kvóták átadásának lehetőségére.

Lényegében az Európai Közösség tagjai számára – formálisan bármely regionális gazdasági integrációs szervezet számára – az a lehetőség is nyitva állt, hogy együttesen hajtsák végre az ózonkárosító anyagokkal kapcsolatban számukra külön-külön számszerűen meghatározott, az ózonkárosító anyagok felhasználásának (de nem a termelésének) szabályozására vonatkozó kötelezettségeiket. Végül ezzel a lehetőséggel nem éltek az EU tagállamai.

¹⁶ Decision 1997/1 on rules and conditions for joint implementation under the Oslo Protocol (ECE/EB.AIR/53 Annex I)

¹⁷ The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, 1987

NEMZETKÖZI EMISSZIÓ- KERESKEDELEM AZ ÜVEGHÁZHATÁSÚ GÁZOK KIBOCSÁTÁSÁRA

Nemzetközi klímavédelmi megállapodások

Az 1992. évi ENSZ Éghajlat-változási Keretegyezmény^{18,19} célkitűzése, hogy az említett gázok légköri koncentrációit stabilizálják „olyan szinten, amely megakadályozná az éghajlati rendszerre gyakorolt veszélyes antropogén hatást”. Az egyezmény alapján az ahhoz csatlakozó államok – részes felek – „együttműködésben is végrehajthatják az éghajlatváltozással kapcsolatos intézkedéseket” (3. cikkely, 3. bek.).

Az egyezmény külön előírta a fejlett államok számára olyan szakpolitikai intézkedések elfogadását, amelyekkel elérhető az üvegházhatásúgáz-kibocsátásaik korlátozása oly módon, hogy 2000-ben e kibocsátások ne haladják meg az 1990. évi szintet. Az e körbe tartozó fejlett államokat – köztük az Európai Közösség akkori tagállamait – és a bizonyos mértékű engedményekre jogosult átmeneti gazdaságú államokat (köztük Magyarországot) egyértelműen felsorolta az egyezmény I. melléklete.

A kibocsátások korlátozását, azaz szinten tartását jelentő előírással kapcsolatban fontos lehetőség, hogy „ezek a Felek más Felekkel közösen valósíthatják meg ezt a politikát, és tehetik meg ezeket az intézkedéseket, illetve segíthetnek további Feleket abban, hogy hozzájáruljanak az ezen Egyezmény és különösen ezen alpont célkitűzéseinek eléréséhez”

(4. cikkely, 2. bek.). Ezen általános jellegű rendelkezések figyelembevételével kezdődött meg olyan végrehajtási eszközök kidolgozása, amelyek felhasználásával a későbbiekben – a Kiotói Jegyzőkönyv keretében – a fejlett államok kibocsátásszabályozási kötelezettségeik teljesítésének egy részét más fejlett vagy fejlődő államnak átadott „pénzzel váltották meg”.

Az 1997. évi Kiotói Jegyzőkönyv az ahhoz csatlakozó fejlett államok számára még konkrétabb kibocsátásszabályozási kötelezettségeket írt elő^{20,21}: nevezetesen azt, hogy ezen országcsoport üvegházhatásúgáz-kibocsátása a 2008–2012 közötti időszak évi átlagában mintegy 5%-kal legyen kisebb az 1990. évi szinthez képest (az USA nem lett részese e jegyzőkönyvnek, s így az annak mellékletében feltüntetett korábbi kibocsátáscsökkentési „szándéka” sem számítható be az említett átlagba; ráadásul kibocsátásai jelentősen növekedtek az elmúlt két évtizedben).

A jegyzőkönyv alapján néhány állam csak a kibocsátásnövekedés korlátozását vállalta (Ausztrália, Izland); az Európai Közösség akkori 15 tagállama közösen vállalt 8%-os kibocsátáscsökkentést (ennek az átlagnak a tagállamok közötti elosztásáról külön rendelkeztek), az átmeneti gazdaságú államok pedig 0–8% közötti csökkentést vállaltak, egyes esetekben az 1990. évitől eltérő bázis-hoz viszonyítva. Magyarország számára a Kiotói Jegyzőkönyv szerint az lett a követelmény, hogy üvegházhatásúgáz-kibocsátásai összességükben (szén-dioxid-egyenértékben számítva) 6%-kal maradjanak majd el a korábbi kibocsátási szinttől.

¹⁸ UNFCCC, 1992: UN Framework Convention on Climate Change; az 1995. évi LXXXII. tv. az ENSZ Éghajlat-változási Keretegyezmény kihirdetéséről

¹⁹ Faragó T. – Pálvölgyi T. (szerk., 1992): Az Egyesült Nemzetek Szervezetének Keretegyezménye az Éghajlat-változásról. Az ENSZ Környezet és Fejlődés Konferenciájának Magyar Nemzeti Bizottsága

²⁰ UNFCCC-KP, 1997: Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change

²¹ Faragó T. (szerk., 1998): Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése: Kiotói Jegyzőkönyv az ENSZ Éghajlat-változási Keretegyezményéhez és a hazai feladatok. Fenntartható Fejlődés Bizottság, Budapest

A Kiotói Jegyzőkönyv rugalmassági mechanizmusa

Az említett kibocsátáscsökkentési cél végrehajtásának elősegítésére a Kiotói Jegyzőkönyv bevezette a rugalmassági eszközök – rugalmassági mechanizmusok vagy „kiotói mechanizmusok” – fogalmát és legfontosabb szabályait. A részletes szabályozás megalkotása csak néhány évvel később történt meg. E rugalmassági eszközök a következők: együttes végrehajtás (6. cikkely), tiszta fejlesztési mechanizmus (12. cikkely), nemzetközi emisszió-kereskedelem (17. cikkely). Ezek az eszközök is alapvetően és egyelőre a fenti, 2008–2012 közötti „első” kiotói kötelezettségvállalási időszakra vonatkoznak.

Az együttes végrehajtás azt jelenti, hogy valamelyik fejlett állam pénzügyileg vagy technológiával hozzájárul egy kibocsátáscsökkentő beruházáshoz egy másik fejlett államban, s az így keletkező kibocsátáscsökkentési mennyiségnek vagy egy részének megfelelő kibocsátási jogot – kibocsátási egységet, kvótát – átvesz a beruházást befogadó államtól. Más szóval ezt a kvótamenynységet saját teljesítésként számolhatja el (mintha ez a mértékű kibocsátáscsökkentés nála történt volna meg). Ez tehát egy beruházási projekthez kapcsolódó kvótaátvétel, amely jelenleg a 2008–2012 közötti időszakban keletkező kibocsátáscsökkentési egységek elszámolására vonatkozhat.

A tiszta fejlesztési mechanizmus is kibocsátáscsökkentő beruházásokon alapul, de ezeket fejlődő államban valósítják meg. A beruházáshoz pénzügyileg vagy technológiával hozzájáruló fejlett állam ekkor formálisan nem veheti át a fejlődő államnak a beruházásból keletkező kibocsátáscsökkentési egységeit, hiszen ez utóbbi számára a jegyzőkönyv nem írt elő kibocsátásszabályozási kötelezettséget (egy számszerűsített kibocsátási felső korlát megadásával). Ehelyett az érintett fejlett állam a beruházásból származó kibocsátáscsökkentési mennyiséggel egyenértékű kvótamenynységet vehet számításba, azaz ezt a csökkentési mennyiséget nem „ott-

hon” (és feltehetően jóval drágábban) kell elérnie. Napjainkra nagyon sok ilyen kétoldalú megállapodás született.

Végül a nemzetközi emisszió-kereskedelem szabályai alapján két fejlett állam között valósulhat meg kibocsátáscsökkentési egységek adásvétele – elvben annak konkrét figyelembevétele nélkül, hogy az ilyen többlettel rendelkező, a kvótát átadó (eladó) fél miként érte el a többletet. Ilyen eladható kvótafelesleg keletkezhet az adott országban például a fosszilis tüzelőanyagokkal összefüggő energiatermelés csökkentésével (energiatakarékoságot ösztönző intézkedések nyomán), az energiahatékonyság javítását és a megújuló energiahordozók nagyobb mértékű felhasználását eredményező beruházásokkal vagy a nagyon energiaigényes ágazatok teljesítményének visszafogásával vagy visszaesésével.

A rugalmassági mechanizmusok gyakorlata

A Kiotói Jegyzőkönyv hatálybalépését követően különösen a fejlődő államok számára új fejlesztési forrásokat biztosító tiszta fejlesztési mechanizmus népszerűsége nőtt meg. Ennél jóval kisebb számban kezdődtek meg az együttes végrehajtás szabályai szerinti beruházási projektek. Említésre méltó, hogy az előbbi típusú projektek kezdeményezése, tervezése már jóval ezt megelőzően megkezdődött: egyrészt feltételezve a jegyzőkönyv megfelelő időben való (de mindenképpen 2008 előtti) hatálybalépését; másrészt számításba véve a részletes tervezés, jóváhagyás, engedélyezés, kivitelezés akár hosszadalmasabb folyamatát is; harmadrészt annak tudatában, hogy ez az eszköz látszott a leginkább ösztönzőnek a fejlődő államok számára a nemzetközi klímavédelmi együttműködésben való közvetlen részvételhez. Mindkét mechanizmusnál a legtöbb esetben az így keletkező kibocsátáscsökkentési kvótákra igényt tartó fejlett állam vállalkozása vagy az ilyen kvótaszerzésre elkülönített állami forrással gazdálkodó szervezet kereste meg egy fejlett vagy fejlődő állam kibocsá-

táscsökkentési beruházásban érdekelt vállalatát (vagy ugyancsak a közvetítésre felhatalmazott állami szervet).

A tervezett beruházás együttes végrehajtási vagy a tiszta fejlesztési mechanizmus hatálya alá tartozó projektként való elismeréséről mindkét állam illetékes kormányzati szerve részéről nyilatkozni kellett, ami egyúttal annak szavatolását is jelentette, hogy 2008–2012 között az adott beruházásból évenként keletkező kibocsátáscsökkentési egységek egészét vagy egy meghatározott részét a beruházást támogató állam majd sajátjaként számolhatja el. A feleknek e projekteket be kellett jelenteniük az egyezmény – és egyúttal a jegyzőkönyv – nemzetközi titkárságának, s azokat értékeli, ellenőrzi a jegyzőkönyv alapján e mechanizmusokra létrejött két nemzetközi testület is. Külön említésre méltó, hogy több fejlett állam támogatásával közös közvetítő szervezet is működött²², amelyik vállalta, hogy feltárja az ilyen projektek lehetőségét, szerződik, értékeli e beruházásokat, s intézi a kvótákkal kapcsolatos ügyeket.

A nemzetközi emisszió-kereskedelem szabályai alapján kezdeményezett kvótaátadás-átvétel abból indul ki, hogy a Kiotói Jegyzőkönyvhöz csatlakozott valamely két fejlett állam számára meghatározták a 2008–2012 közötti időszakra kibocsátható összes üvegházhatásúgáz-mennyiséget, amelynek egysége²³ az összes szabályozott üvegházhatású gáz egy tonna szén-dioxid-egyenértékben – egy szén-dioxid molekula légköri melegítő hatását számításba véve, ahhoz viszonyítva – kifejezett értéke. Az emisszió-kereskedelemmel ilyen egységek „cserélnek

gazdát”. Mivel a Kiotói Jegyzőkönyvben részes minden fejlett állam részére meghatározott mennyiségi keretbe tartozó minden egyes kibocsátási egységnek azonosító jele van, így egyértelműen nyomon követhető például az emisszió-kereskedelemben részt vevő minden egység sorsa.

A nemzetközi emisszió-kereskedelemben az adásvétel tárgyát képező kibocsátási egységek árát a piac alakítja (azaz a kereslet és a kínálat viszonya). Ugyanakkor az elmúlt évek során a kvótavásárlásban érdekelt fejlett államok mind nagyobb figyelmet fordítottak arra, hogy az eladó milyen célra tervezi fordítani az átadott kvótáért kapott pénzeszeget. Ennek hátterében az a megfontolás áll, hogy a kvótavevő állam képviselői felelősséggel tartoznak adófizetőik pénzének megfelelő felhasználásáért, következésképpen azért is, hogy a kvóták fejében átadott összeget az általuk is elfogadott nemzetközi megállapodással összhangban álló célra fordítsák (egy másik állam területén).

A Kiotói Jegyzőkönyv hatálybalépéséig is – mint fentebb említettük – már sor került a tiszta fejlesztési mechanizmus és az együttes végrehajtás szabályai szerinti projektek kezdeményezésére, tervezésére, jóváhagyására, de már ekkor látszott, hogy az egyik legnagyobb problémát a projekt által elérhető tényleges kibocsátáscsökkentés becslése és majdnani konkrét értékelése jelenti. E tekintetben a fő módszertani kérdés az volt (és az maradt), hogy mihez és miképpen kell viszonyítani, illetve számítani a kibocsátáscsökkentést. Ez kulcsfontosságú volt mind a beruházó, mind a beruházást fogadó fél számára, hiszen ennek alapján határozták meg az elszámolható kvótamennyiséget és egyúttal annak ellenértékét.

Ugyancsak a tiszta fejlesztési mechanizmus és az együttes végrehajtás keretébe tartozó projektek „kényes” kérdésének bizonyult azok kiegészítő, más szóval addicionális jellege, e követelmény értelmezése és igazolása. Ugyanis a Kiotói Jegyzőkönyv előírta, hogy az ilyen beruházási projektekből származó kibocsátáscsökkentés csak ak-

²² Prototype Carbon Fund

²³ A rugalmassági mechanizmusok alkalmazásából származó kibocsátáscsökkentési egységekre külön-külön megnevezéseket és rövidítéseket vezettek be; ez utóbbiak: a nemzetközi emisszió-kereskedelemben AAU (Assigned Amount Unit), az együttes végrehajtásban ERU (Emission Reduction Unit), a tiszta fejlesztési mechanizmusban CER (Certified Emission Reduction unit)

kor számolható el, ha az nem más okból keletkezik (például egyébként is végrehajtandó állami szabályozás miatt, vagy mert az ilyen projektből származó bevétel nélkül is „megérné” a tervezett beruházást végrehajtani).

Az üvegházhatású gázok kibocsátási egy- ségeivel kapcsolatos nemzetközi emisszió-ke- reskedelem első tranzakciójára 2002-ben került sor Szlovákia és Japán között, pon- tosabban a szigetország egy előrelátó cége között (Sumimoto)²⁴. Már ennek kapcsán is kiviláglott, hogy az államok közötti közvet- lenül lebonyolított kétoldalú adásvételi meg- állapodások mellett a továbbiakban magán- cégek és a „klasszikus” tőzsdei gyakorlathoz hasonlóan közvetítők kapcsolódhatnak be a nemzetközi kvótakereskedelembé. Kifejezet- ten az ilyen tranzakciók céljára 2003-ban spe- ciális „karbon-tőzsde” is létrejött²⁵. Ezáltal pedig az árkülönbözetekből adódó nyereség realizálásával a kvóták útjának több állomása is lehet, amíg végleg kikötnek a Kiotói Jegy- zőkönyvben részes valamelyik állam nyilván- tartásában. Továbbá a későbbiekben mind az emisszió-kereskedelem, mind a projektala- pú rugalmassági mechanizmusok kapcsán a kvóták árát nagymértékben befolyásolhatta, ha valamelyik eladó a gyors bevételszerzés érdekében „nyomott áron” kínálta a terméket, vagy éppenséggel valamelyik vevő kiegészítő feltételeket támasztott (például a nagyon is célszerűnek tekinthető „zöld beruházási” fel- tételek biztosítása mellett igényt tartott arra, hogy azokhoz a vevő által megjelölt cégektől származó technológiát használjanak).

A nemzetközi, illetve államközi karbon- piac mellett a Kiotói Jegyzőkönyvben ré- szes néhány fejlett állam maga is bevezetett emisszió-kereskedelmi rendszert: ez történt Dániában és az Egyesült Királyságban még pár évvel az EU-rendszer előtt. Az USA né- hány szövetségi államában pedig az ott elfo- gadott önkéntes kibocsátáscsökkentési célki- tűzés eléréséhez tartották megfelelőnek egy

ilyen eszköz alkalmazását, attól függetlenül, hogy az USA nem lett a Kiotói Jegyzőkönyv részese, s nincs szövetségi szintű hasonló rendszer.

A rugalmassági mechanizmusok jövője

A Kiotói Jegyzőkönyvben foglalt, az ah- hoz csatlakozott fejlett államok konkrét ki- bocsátáscsökkentési céljait előíró rendelke- zés 2012 végén lejár. Egyúttal a fentebb leírt három rugalmassági mechanizmus „célta- lanná” válna – legalábbis a közös kibocsá- tás csökkentési cél elérésének vonatkozásá- ban –, ha nem születne megegyezés a közös teendőkről a 2012. évet követő időszakra. A 2007-ben megkezdett újabb tárgyalási for- duló²⁶ a tervekkel szemben nem ért véget 2009 végén²⁷.

Az Éghajlat-változási Kormányközi Tes- tület legutóbbi jelentését²⁸ is figyelembe véve arra lenne szükség, hogy globális szinten a kibocsátások már ne növekedjenek tovább 10-15 éven belül, majd ezt követően számot- tevően csökkenjenek. Az eddigi kibocsátáso- kért viselt nagyobb történelmi felelősségük okán a globális kibocsátásszabályozási köve- telményhez a fejlett államoknak lényegesen nagyobb mértékben kellene hozzájárulniuk: 25-40%-os csökkentéssel 2020-ra 1990-hez képest. Az eddigi „ajánlatok” összesített ér- téke ugyan meglehetősen távoli ettől a kibo- csátáscsökkentési szinttől, de ha akár csak azt megközelítő mértékű célt tartalmaz a leendő megállapodás, már akkor is az ed- digieknél jóval nagyobb jelentősége lehet a nemzetközi rugalmassági mechanizmusok alkalmazásának. Sokkal magasabb lehet a karbon-kibocsátási egységek ára, tehát még nagyobb lehet a kereslet az olcsóbb és átve- hető kibocsátási jogok (kvóták) iránt.

²⁶ Bali Action Plan, 2007

²⁷ COP15, 2009: Copenhagen Accord

²⁸ IPCC, 2007: Éghajlatváltozás – 2007. Éghaj- lat-változási Kormányközi Testület. Összefoglaló. KvVM–OMSZ

²⁴ PointCarbon and VertisEnvFinance, 2003: Slovakia – Country Report – Summary

²⁵ Chicago Climate Exchange (CCX)

A nemzetközi tárgyalások során ezért is kap megkülönböztetett figyelmet az eddigi mechanizmusok fejlesztése, sőt kiegészítése (amellett, hogy minden más olyan eszközről is folynak az egyeztetések, amelyek nem közvetlenül a kibocsátáscsökkentést szolgálják, hanem más módon segítenék elő a klímavédelmi célkitűzés elérését, így például a karbon-leválasztásról és -tárolásról, a nyelők – mindenekelőtt az erdők – karbon-megkötő kapacitásának erősítéséről, a környezetváltozáshoz való alkalmazkodási képesség javításáról és ennek támogatásáról).

A jelenlegi tárgyalási tervezetek²⁹ részletesen foglalkoznak különösen a tiszta fejlesztési mechanizmus töretlen folytatásával és „finomításával”, továbbá a fejlett államok közötti eddigi nemzetközi emisszió-kereskedelem megerősítése mellett már szó van a kibocsátások szempontjából fontosabb ágazatokra külön-külön nemzetközi mechanizmusok bevezetéséről is.

AZ EU EMISSZIÓ-KERESKEDELMI RENDSZERE A SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁSOKRA

Az emisszió-kereskedelmi rendszer bevezetésének célja, lényege

Az EU 15 tagállama számára a Kiotói Jegyzőkönyvben előírt kibocsátáscsökkentési célok teljesítésének elősegítésére dolgozták ki és fogadták el 2003-ban a közösségi emisszió-kereskedelmi rendszert³⁰. A 2004-től és azután taggá vált újabb államoknak is érte-

lemszerűen – belépésüket követően – át kellett venniük ezt a jogszabályt. A rendszer hatálya azon ágazatokra terjedt ki, amelyek az EU összesített kibocsátásainak nagy részét tették ki, és amelyek kibocsátásai, illetve kibocsátásváltozásai jól nyomon követhetők voltak – kezdve az e körben legnagyobb részesedésű (fosszilis tüzelőanyag bázisú) villamosenergia-termelő ágazattal³¹.

A rendszer közvetlen célja az volt, hogy minden egyes tagállamra külön-külön, az érintett ágazatainak összességére egy adott időszakra előre meghatározott, a korábbi szintnél – a Kiotói Jegyzőkönyvben előírt kibocsátáscsökkentési mérték és az adott tagállam, illetve ágazat kibocsátáscsökkentési lehetőségeinek számításba vételével meghatározott – alacsonyabb kibocsátási mennyiség betartható és betartandó legyen. Ezt az összmenyiséget a közösségi szabályok alapján a tagállam maga vezethette le és oszthatta szét az ágazatok, illetve az azokba sorolt létesítmények között, de csakis az Európai Bizottság jóváhagyásával.

A rendszer bevezetésének kísérleti időszaka a 2005–2007 közötti három év volt, majd az „éles” időszak a 2008–2012 közötti ötéves periódus, ami megfelelt a Kiotói Jegyzőkönyv (első) kötelezettségvállalási időszakának; hiszen éppen erre az időszakra kellett elérni, hogy az EU-tagállamok eleget tegyenek nemzetközi kibocsátáscsökkentési kötelezettségüknek.

lülí kereskedelmi rendszerének létrehozásáról és a 96/61/EK tanácsi irányelv módosításáról

²⁹ UNFCCC-COP16,MOP6 (Cancun), 2010: Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention; Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol at its fifteenth session

³⁰ Az Európai Parlament és a Tanács 2003/87/EK irányelve (2003. október 13.) az üvegházhatást okozó gázok kibocsátási egységei Közösségen be-

³¹ E rendszer a következő ágazatokra terjed ki (de további feltételektől függően meghatározva azt, hogy az ágazatokba tartozó mely létesítményeket érinti): villamosenergia-termelés; lakossági és közületi távhőtermelés; saját célú tüzelőberendezések és ipari távhő; cukorgyártás; földgázszállítás és -tárolás; bioüzemanyag-gyártás; ásványolaj-feldolgozás; koksizálás; fémérccek pörkölése és zsugorítása; vas- és acéltermelés; cementgyártás; műanyaggyártás; üvegyártás; burkolólapok gyártása; tetőcserepek, téglák, tűzálló téglák gyártása; cellulóz-, papír- és kartongyártás.

A kibocsátási egységeket általában ingyenesen kapták meg a létesítmények, de a tagállam döntésétől függően mód volt arra is, hogy az összmenyiség egy részét – a 2005–2007 közötti időszakban legfeljebb 5%-át, a 2008–2012 közötti időszakban legfeljebb 10%-át – árverésen vásárolhassák meg a cégek. Ezt a lehetőséget is figyelembe véve, az érintett cégek (tkp. létesítményeik) úgy tehettek eleget egy-egy évben a kibocsátásszabályozási kötelezettségüknek, ha a működésükből adódó szén-dioxid-kibocsátásuk alatta maradt a részükre megállapított mennyiségnek. Ellenkező esetben a hiányzó kibocsátási egységeket megvásárolták egy aukció keretében, illetve valamely más cégtől, amelyik többlettel rendelkezett. Emellett lehetőség volt egy-egy időszakon belül az előző esztendőben a teljesítéshez esetleg fel nem használt kvóták átvitelére a következő évre („bankolás”).

Az egyes létesítményeknek kiosztott kibocsátási (kibocsátható) egységek, az átadott-átvett egységek és az egyes évek végén a teljesítés (vagy nem-teljesítés) központosított nyomon követését az tette lehetővé, hogy elektronikus nyilvántartást vezettek be mind a tagállamok, mind az Európai Közösség szintjén. A nem-teljesítés pedig szankciót von maga után (a 2005–2007 közötti időszakban 40 euró/egység, a 2008–2012 közötti időszakban 100 euró/egység).

A közösségi rendszer bizonyos mértékig engedélyezte az e rendszer és a Kiotói Jegyzőkönyv által bevezetett projektalapú rugalmassági mechanizmusok közötti „átjárhatóságot”. A kettős elszámolás szigorú kizárásával, a tiszta fejlesztési mechanizmus vagy az együttes végrehajtás szerinti projektekben részt vevő EU-tagállami cég az adott projekt által megszerzett kiotói kibocsátáscsökkentési kvótát is beszámíthatta a közösségi emisszió-kereskedelmi rendszerben.

A közösségi rendszer egyik alapvető problémáját az jelentette, hogy ha nem megfelelően határozta meg – azaz elsősorban túl-méretezte – egy-egy tagállam a saját összes kvótamennyiségét vagy nem megfelelően

osztotta azt le az ágazatok és a létesítmények számára. Ebben az esetben az adott tagállam a kvótakiosztásokat ellenőrző és azok felülvizsgálatát, az összmenyiség esetében akár annak csökkentését előíró Európai Bizottsággal kerülhetett összeütközésbe (jelenleg is folynak az ennek nyomán végül az Európai Bíróság elé került ügyek). Egyébként pedig a „túl-allokáció” következtében az adott tagállam, illetve érintett cégei juthattak indokolatlanul többletbevételhez az EU karbon-piacán.

Az e problémakör által leginkább érintett új tagállamok ugyanakkor – elismerve, hogy általában korábbi lényegesen alacsonyabb gazdasági fejlettségük, majd gazdasági visszaesésük miatt rendelkeznek viszonylag kisebb kibocsátással, és így nagyobb és olcsóbb a kibocsátáscsökkentési lehetőségük – arra tartottak igényt, hogy például gazdasági felzárkózásuk és modernizációjuk érdekében juthassanak e többletbevételhez. (Az összehasonlítást bonyolítja az is, hogy az egyes államok között az energiatermeléshez felhasznált energiaforrás-összetétel és annak keretében a fosszilis energiahordozó arány nagymértékben különbözik.)

Az EU emisszió-kereskedelmi rendszere mindenesetre az eddigi mutatók és elemzések szerint hozzájárult ahhoz, hogy a tagállamok teljesíthessék majd a Kiotói Jegyzőkönyvben vállalt kibocsátásszabályozási előírást. Ezt a megállapítást viszont annyiban mindenképpen pontosítani kell, hogy ha csupán a kibocsátáscsökkentési kötelezettséget nézzük, akkor erre a közösségi mechanizmusra a korábbi 15 tagállamnak volt szüksége a jegyzőkönyvben foglalt, közösen vállalt –8%-os kibocsátáscsökkentés eléréséhez. Az új tagállamoknak korábbi nemzetközi vállalásaiknak „kifelé” önállóan kell eleget tenniük 2012-ig, s éppen az említett korábbi gazdasági folyamatok – recesszió, illetve gazdasági szerkezetváltás – miatt ez nem okoz különösebb gondot. (A két szigetállam, Ciprus és Málta helyzete pedig még sajátosabb, hiszen eredetileg fejlődő államként besorolva nem voltak nemzetközi kibocsátásszabályozási kötelezettségeik.)

Az emisszió-kereskedelmi rendszer jövője

A nemzetközi klímavédelmi együttműködés új szakaszába lépett a 2005. évet követően a Kiotói Jegyzőkönyv hatálybalépésével és annak előrelátásával, hogy ha az abban részes fejlett államok teljes mértékben eleget is tesznek kibocsátáscsökkentési kötelezettségeiknek, akkor is globális szinten alig mérséklődő ütemben fog tovább növekedni az üvegházhatású gázok kibocsátása. Számos gyors gazdasági növekedésű fejlődő állam, továbbá az USA kibocsátásai is jelentősen emelkednek. A többi fejlett állam számára a jegyzőkönyvben foglalt kötelezettségvállalási időszak pedig lejár 2012 végén.

Mindezekre tekintettel 2007-től új nemzetközi tárgyalások kezdődtek azzal a céllal, hogy egyfelől megegyezés szülessen a Kiotói Jegyzőkönyv 2012 utáni sorsáról, másfelől elkészüljön egy új jogi eszköz – feltehetően egy másik jegyzőkönyv –, amelynek keretében minden állam közreműködik a globális szintű kibocsátások sokkal nagyobb mértékű visszafogásában. Ez utóbbiban tehát a fejlettek ambiciózusabb csökkentést vállalnának (így az USA is), és különösen a gyorsan fejlődő államok is „lassítanak” kibocsátásaik növekedését.

A tervekkel szemben e tárgyalások nem zárultak le 2009 végével, de az egyértelműnek látszik, hogy akármiképpen végződnek valamilyen megegyezéssel, a rugalmassági mechanizmusok – ha bizonyos mértékű módosításokkal is – folytatódni fognak vagy „újraindulnak”. Az Európai Unió általános tárgyalási álláspontként elfogadta és közzétette, hogy kész egyoldalúan 20%-os kibocsátáscsökkentésre 2020-ig 1990-hez képest, de akár 30%-ra is, ha mások is megfelelő vállalásokat tesznek. A 20%-os feltétel nélküli nemzetközi vállalat teljesítése érdekében készült el az EU „20-20-20-as” szakpolitikai programja. Ennek értelmében 2020-ra a tagállamok (együttesen) elérik a 20%-os kibocsátáscsökkentést, az energiahatékonyság 20%-kal való javítását (mindegyik tagállam)

és a megújuló energiahordozók 20%-os arányát (együttesen).

Ehhez kapcsolódóan született meg a klíma-energia csomag négy szabályozási elemmel. Ezek a következők: a további közösségi emisszió-kereskedelmet szabályozó irányelv; az emisszió-kereskedelem által nem „lefedett” ágazatokra kibocsátás-szabályozási célokat előíró, a tagállamok közötti „erőfeszítés-megosztási” határozat; a szén-dioxid-kibocsátás egy része légkörbe való kijutásának elkerülését célzó karbon-leválasztási és tárolási technológia alkalmazási feltételeit szabályozó irányelv; valamint a megújuló energiaforrások közösségi szintű 20%-os részesedésének eléréséhez szükséges rendelkezéseket tartalmazó irányelv. (Ez utóbbi külön szól a bioüzemanyagok 10%-os részesedésének eléréséről, amit elfogadása óta is számos kritika ért.)

E szabályozási csomagnak formálisan nem része, de az EU klímavédelmi törekvéseit szolgálja számos más közösségi eszköz is. Ezek sorában említendő: a már fent hivatkozott programelem az energiahatékonyság 20%-os növelésére (egyelőre 2016-ig bezárólag van évi 1%-os hatékonyságnövelést előíró jogszabály, s jelenleg van folyamatban ennek 2020-ig szóló jogszabályi kiterjesztése és ambiciózusabb céllal való felváltása); az épületek energiafelhasználásának (energetikai normáinak) szabályozása; az energiatakarékos világítási megoldások alkalmazásának elősegítése (kezdvé a 100 W-os izzóknak a forgalomból való kivonásával); az energiaszolgáltató háztartási készülékek energetikai címkézése; a gépjárművek szén-dioxid-kibocsátási határértékeinek szabályozása; a repülőgépek esetében is szén-dioxid-kibocsátási egységek kiosztására épülő emisszió-kereskedelmi rendszer bevezetése.

A közösségi emisszió-kereskedelmet szabályozó új irányelv (formálisan a régít módosító irányelv)³² értelmében már nem a tagállamok

³² Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 2003/87/EC so as to improve and

mok kormányai felelnek a kibocsátási jogok, kibocsátásiegység-mennyiségek meghatározásáért és kiosztásáért, hanem az központilag az Európai Bizottság feladata. A kiosztandó mennyiségek évről évre csökkennek 2020-ig, pontosan annak figyelembevételével, hogy az EU már egyoldalúan vállalta a 20%-os kibocsátáscsökkentést 2020-ra 1990-hez képest. A módosított közösségi rendszer alapján a villamosenergia-ágazatba tartozó cégek már 2013-tól kezdődően csakis árverésen vásárolhatják meg a számukra szükséges kvótákat (bizonyos feltételek mellett ez alól átmeneti mentességet kérhetnek egyes tagállamok). A többi ágazatban ez 20%-os aránnyal kezdődik (tehát 2013-ban még 80% az ingyenesen kiosztandó mennyiség) és ez évről évre növekszik (hosszabb távon, tehát majd csak 2020 után elérve a 100%-ot, azaz akkor már a többi ágazatban is megszűnik az ingyenes kvótajuttatás).

A tagállamok a kvótaárverések révén bevételekhez jutnak és ezt nemzeti, illetve nemzetközi szinten kell klímavédelmi célokra fordítaniuk. A gazdaságilag kevésbé fejlett új tagállamok az EU-szinten meghatározott és majd aukcióra bocsátandó kvótamennyiség egy kisebb részét – még a tagállamok közötti kiosztás előtt – külön megkapják majd; ezáltal némi többletbevételhez juthatnak, de e bevételt is a rendszer eredeti klímavédelmi célkitűzésével összhangban kell felhasználniuk. A rendszer még egy eleme kapott nagy figyelmet, nevezetesen a „karbon-szivárgás” problémája. Ez azt jelenti, hogy ha az EU-n belül bevezetett szigorúbb környezetvédelmi szabályozás miatt bizonyos ágazatokból a termelési tevékenységek (vagy maguk a

cégek) „átvándorolnának” egy EU-n kívüli államba, akkor – ezt megakadályozandó – az érintett tagállam érintett ágazata némi engedményt kaphat (nagyobb mértékben adhat ki ingyenesen kvótákat).

Annak érdekében, hogy 2012 után már az EU, illetve tagállamai teljes üvegházhatásúgáz-kibocsátása szabályozott legyen, az emisszió-kereskedelem által nem érintett ágazatokra (például közlekedés) is kibocsátáskorlátozó szabályokat adtak meg a tagállamok közötti „erőfeszítés-megosztási” határozatban³³. Ez minden egyes tagállam esetében konkrét számszerű kibocsátási korlátot jelent 2020-ra 2005-höz képest, de úgy, hogy az EU szintjén összességében 10%-os kibocsátáscsökkentést lehessen elérni. Az érintett ágazatokban érvényes alacsonyabb gazdasági fejlettségi mutatóik alapján elsősorban az új tagállamok számára a csökkentési cél helyett a kibocsátásnövekedés korlátozását jelentő értékeket állapítottak meg. Ez nem feltétlenül jelenti azt, hogy ezen ágazatokban be is következzen az engedélyezett gazdasági növekedés és az ezzel együtt járó kibocsátásnövekedés. Ugyanis mód van arra, hogy a ki nem használt éves többletkvótát más EU-tagállam megvásárolja (másképpen fogalmazva: az EU új emisszió-kereskedelmi rendszerében nem érintett ágazatokra bevezetett „erőfeszítés-megosztási” mechanizmus keretében is lehet az emissziós jogokkal, azaz kvótákkal kereskedni). Továbbá e rendszerben is lehetséges az esetleges többletkvóta átvitele a következő évre, de egyúttal szankció is vár arra a tagállamra, amelyik egy adott évben túllépi a számára megadott limitet.

extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the Community

³³ Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020 (23 April 2009)

MAGYARORSZÁG HIDROKLIMATOLÓGIAI JELLEMZÉSE

SZALAI SÁNDOR

Kulcsszavak: csapadék, változékonyság, változás iránya, a víz kulcsszerepe.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A csapadék hazánkban a természet, a gazdaság és a társadalom egyik legfontosabb meghatározó tényezője, ezért vizsgálata nagyon jelentős. A fő hangsúlyt a változékonyságra szükséges helyezni, a változások irányára koncentrálva, elsősorban a több évtizedes tervezési feladatoknál. A vizsgálandó paraméterek között a mennyiség mellett az intenzitás, az éves menet változásai, a hó/eső arány, hóvízgyenérték stb. is a mennyiségi paraméterekhez hasonló nagyságrendű hatással járhat. Egyre inkább előtérbe kerül a meteorológiai tényezők más természeti, gazdasági és társadalmi jellemzőkkel együttes kutatása, hogy az érzékenységet, sérülékenységet is meg tudják állapítani, ami több információt nyújt az egyszerű mennyiségi változás követésénél. Magyarországon jelenleg – a tendenciák alapján – a víz egyre inkább kulcsszerepet játszik a nemzetgazdaság valamennyi területén, így változásainak megismerése alapvető fontosságú a jövő szempontjából.

BEVEZETÉS

Magyarország kis területű, döntően sík felszínű ország. Ennek ellenére jelentős területi eltérések alakulhatnak ki az egyes régiók időjárási és éghajlati viszonyai között. Hazánk klímáját három nagy éghajlati körzet: az óceáni, a mediterrán és a szárazföldi éghajlat határozza meg. Ennek megfelelően közülük bármelyik éghajlati terület jellegzetességei uralkodóvá válhatnak hosszabb-rövidebb ideig. Ez magyarázza hazánk időjárásának jelentős változékonyságát is. Ezt az állapotot tovább bonyolítja a környező térség domborzata, az országot körülvevő Kárpátok hegykoszorúja és a déli nyitottság. A hegyvonulat az érkező légtömegek irányát módosíthatja, így azok egy része elkerüli a Kárpát-medencét. Ezért előfordul, hogy a szomszédos területeken más időjárás uralkodik, mint a hegység felénk eső oldalán, vagyis a medencében.

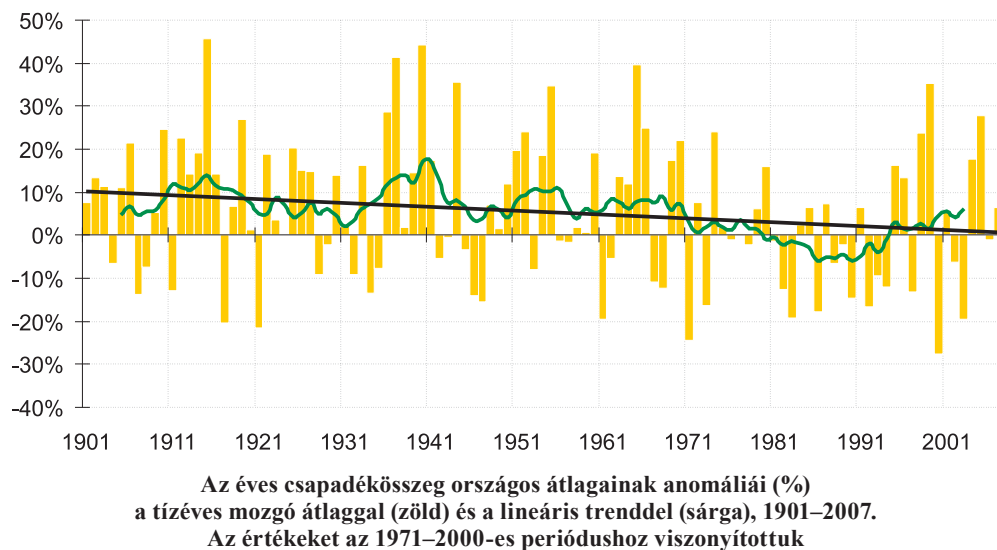
A meteorológiai elemek viselkedésében nagy változékonyság mutatkozik. Az egyik legnagyobb tér- és időbeli változatosságot bemutató elem a csapadék. Ezért mind a sok, mind a kevés vízü szélsőséges helyzetek gyakran előfordulnak, így az ellenük való védekezés, illetve a felhasználásuk nehézségbe ütközik.

A CSAPADÉK IDŐBELI TENDENCIÁI

Az időbeli tendenciák vizsgálatánál általában problémát okoz a változékonyság mellett a változás irányának a meghatározása. A nagy változékonyság miatt ez különösen fontos a csapadék esetében.

Az 1. ábrán jól látszik, hogy *a 107 éves idősorra illesztett lineáris trend csökkenést mutat, míg a tízéves mozgó átlag hol növekvő, hol csökkenő.* (A tendenciát nem azért

1. ábra



Forrás: Bihari és Szalai, 2008

jelezzük lineáris trenddel, mert a változások egy egyenes mentén történnek, hanem azért, mert ez a változások megközelítésének a legegyszerűbb, de mégis könnyen átlátható módja.) Ha rövid távú tendenciákat vizsgálnánk, akkor most éppen egy nedvesedési szakaszban lennénk a tízéves átlagok alapján. Ennek oka az 1982–1995-ig tartó aszályos időszak, hiszen az után a normálshoz közelebbi éves csapadéértékek már növekedést jelentenek. Az 1. ábrából az is kitűnik, hogy az egész XX. században csapadékosabb és szárazabb időszakok váltogatják egymást. Ha perióduselemzést végzünk, akkor egy körülbelül 28 éves ciklust is találunk az idősorban. Ezért is lényeges, hogy a Meteorológiai Világszervezet ajánlását, legalább 30 éves idősorokat használjunk csapadékklimatológiai célokra, mivel ez lényegében megfelel a 28 éves ciklusnak, és így az ajánlott időszakban legalább egy periódus megtalálható.

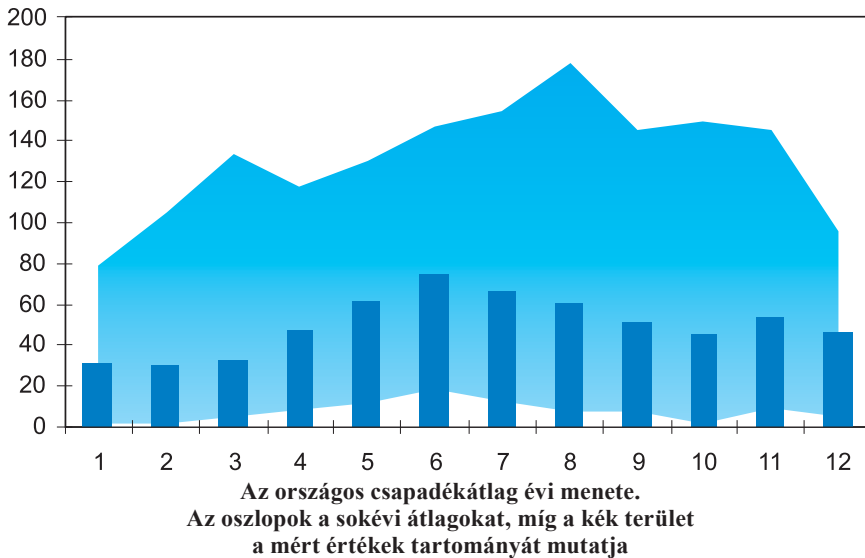
A 107 év alatt a csökkenés mintegy 7% (1901–2008), azaz a XX. század eleje óta átlagosan egy hónapnyi csapadékmennyiséggel csökkent az éves csapadékösszeg. Ez önmagában véve nagy mennyiségnek tű-

nik, azonban hatásait tekintve az évről évre való változékonyság elnyomja. Ez azt jelenti, hogy egyik évről a másikra az országos éves csapadékösszeg mintegy a felére eshet vagy a kétszeresére nőhet, ami a hosszú távú, 10%-os csökkenés hatásait képes alkalmanként elnyomni.

Azonban nemcsak az éves csapadékösszegben következnek be változások, hanem a csapadék évi menetében is.

Magyarországon legcsapadékosabb időszak a nyár és legszárazabb a tél. A nyári csapadékmaximum után novemberben alakul ki egy másodmaximum. A korábbi adatok alapján (Péczely, 1979) a másodmaximum októberre esett. Ezen értékek akár egy-egy hónapos csúszása is jelentős következményekkel lehet a gazdaság különböző területein, de elsősorban a mezőgazdaságban. A 2. ábra a sokévi havi átlagokat és a mért minimális és maximális értékeket mutatja. A maximális ingás (a maximum és a minimum különbsége) nyáron és ősszel alakult ki. Ennek oka elsősorban a csapadék keletkezési módja (konvektív csapadékok nagyobb súlya) miatt következik be. A kisebb téli ingadozáshoz

2. ábra



Forrás: Bihari et al., 2008

azonban hozzáadódik a csapadék fajtájának, azaz a hó/eső arányának az ingadozása, ami a csapadékhasznosítás szempontjából jelentős hatással bír. A 2. ábrán jól látszik, hogy az országos csapadékatlag minimuma minden hónapban nagyon alacsony. Ez azt jelenti, hogy egy-egy pontban gyakorlatilag bármely hónapban előfordulhat, hogy nincsen csapadék, de az is lehetséges, hogy egy-egy nap alatt akár 100 mm csapadék hulljon. Ez az érték helyenként megközelíti vagy eléri a 200 mm-t is. Az évszakok csapadékoságában is nagyok az ingadozások, 1951 óta a legnedvesebb tél mintegy ötször annyi csapadékot hozott, mint a legszárazabb (3. ábra).

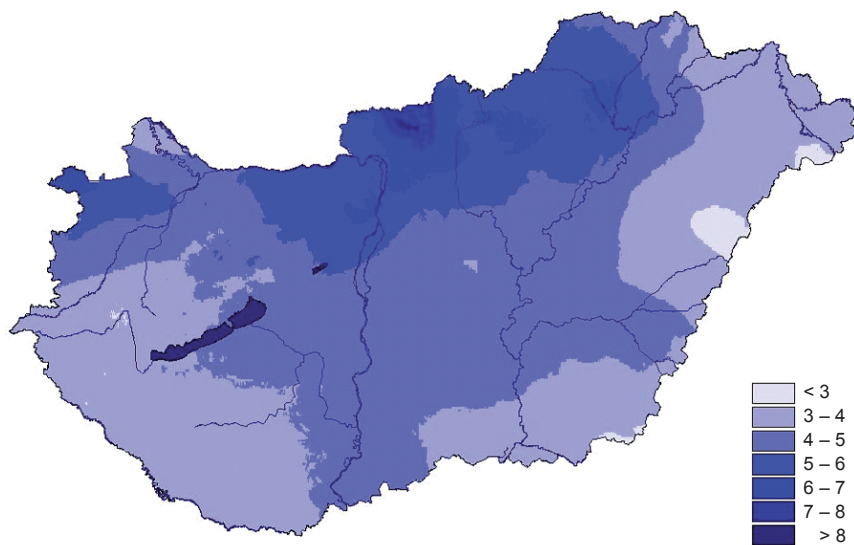
Egyes területeken (Észak-Magyarország, Északnyugat-Magyarország) ez az arány a 7-et is meghaladja, míg a déli, határ menti részekben jellemzően 4 alatt marad. A csapadékosabb éghajlatú nyárban ekkora relatív változások nincsenek, az egész országban az 1951 óta legcsapadékosabb nyár 2-4-szer annyi esőt hozott, mint a legszárazabb. Az arány nagyobb a dunántúli területeken, jellemzően 3 feletti. Itt csak a határ mentén fordulnak elő kisebb értékek, míg az ország

többi részén inkább 3 alatti értékek a jellemzőek, kivéve a Tisza-völgyet és a Körösök vidékét (4. ábra).

Ha az országos csapadéktendenciákat évszakos szinten vizsgáljuk, akkor megállapítható, hogy nyáron enyhén emelkedő a tendencia, míg a többi évszakban a csapadékösszeg csökken.

Az 5. ábrán jól látható, hogy a nyári stagnálás oka az utóbbi időszak néhány nagy-csapadékos nyara, bár ebben az időszakban – váltakozva – jelentősen csapadékhiányos évek is előfordultak. A különböző évszakok változásai az idősorok különböző viselkedésének felelnek meg. Míg a nyári időszakban, az utóbbi időben, a csapadékösszeg ingadozásai növekedtek, addig télen csökkentek, és a téli negatív tendencia elsősorban a 70-es évek száraz első felének (amikor alig volt hó) és az 1990 körüli csapadékhiányos teleknek köszönhető. A legnagyobb csapadékcsökkenés tavasszal következett be, azért, mert a XX. század első évtizedeinek csapadékos tavaszai megritkultak, és egyre több tavasz rendelkezik átlag alatti csapadékmennyiséggel. Hasonlóan az ősz jellemző negatív

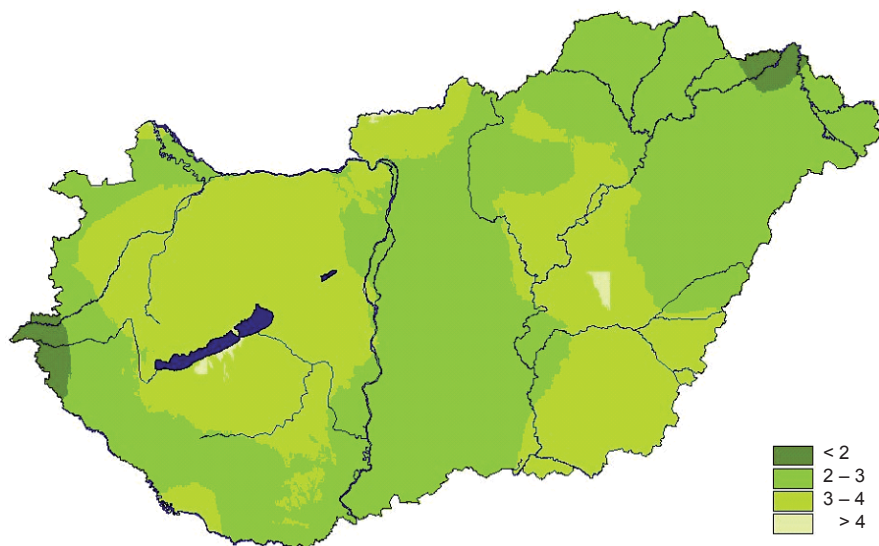
3. ábra



Az 1951 óta előfordult legcsapadékosabb (1976/77)
és legszárazabb (1989/90) telek csapadékösszegének aránya

Forrás: Bihari et al., 2008

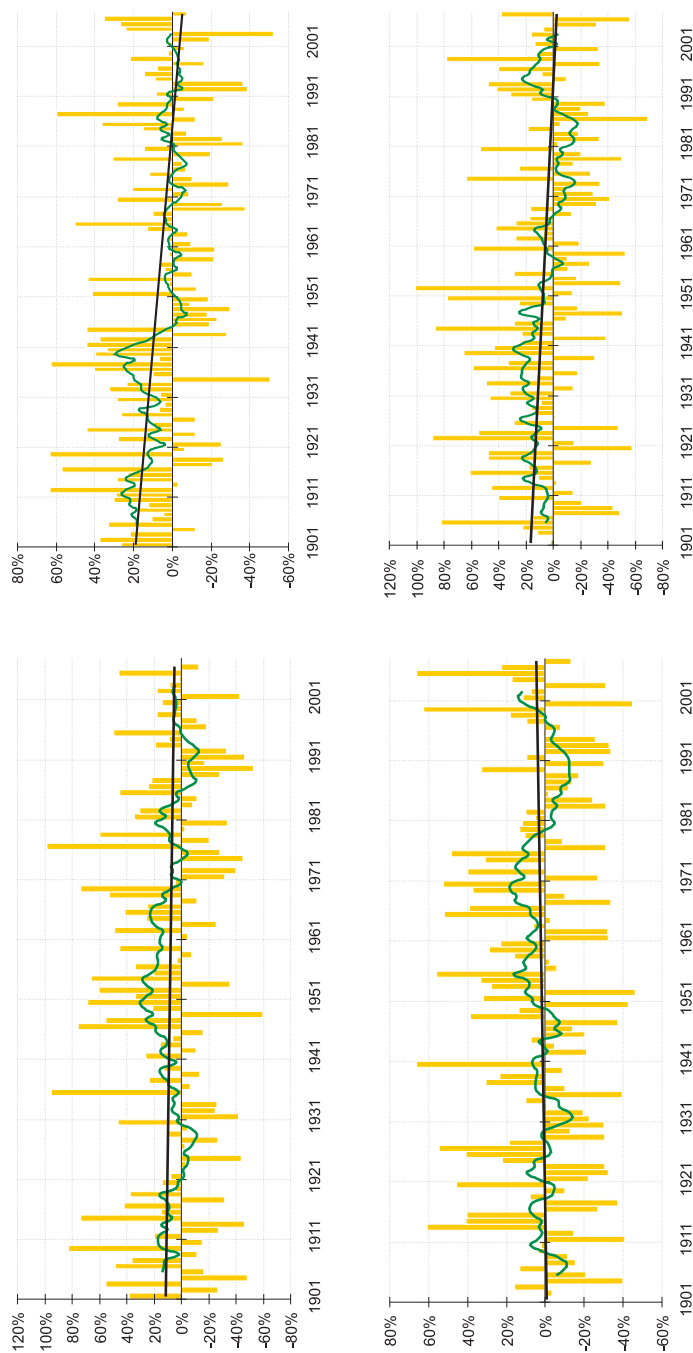
4. ábra



Az 1951 óta előfordult legcsapadékosabb (2005)
és legszárazabb (1952) nyarak csapadékösszegének aránya

Forrás: Bihari et al., 2008

5. ábra



Az éves közepes csapadékösszeg országos átlagának anomáliái (%)
a tízéves mozgó átlaggal (zöld) és a lineáris trenddel (sárga), 1901–2007.
Az értékeket az 1971–2000-es periódushoz viszonyítottuk
(bal felső tél, jobb felső tavasz, bal alsó nyár, jobb alsó ősz)

Forrás: Bihari és Szalai, 2008

tendencia is a csapadékos őszők gyakoriságának csökkenésével magyarázható.

A csapadék mennyisége azonban a felszíni vízmérlegnek csak egy, bár nagyon fontos eleme, és több, a meteorológiához köthető paraméter változása olyan, hogy a vízmérleg romlásának irányába mutat.

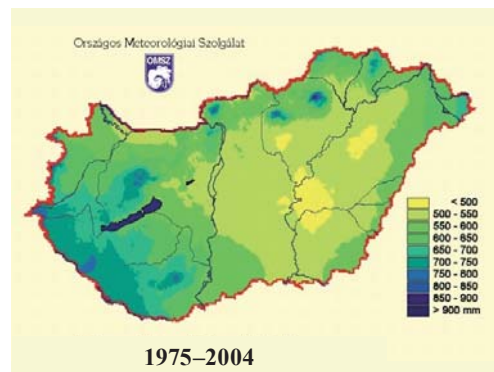
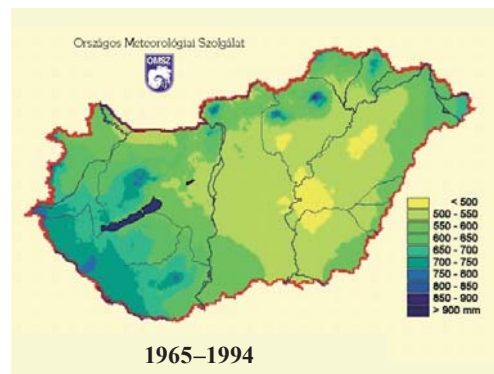
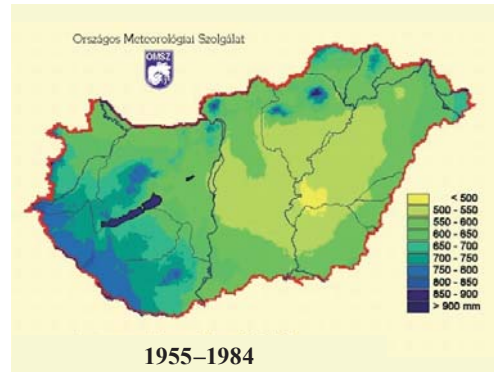
A melegedés nem jár mindenütt csapadékcsökkenéssel, például Észak- és Nyugat-Európában jelenleg az éves csapadékösszegek növekedése figyelhető meg.

A CSAPADÉK TÉRBELI ELOSZTLÁSA

Magyarország éves csapadékeloszlása elsősorban a Földközi-tenger (DNY-ÉK-i gradiens) és a domborzat hatását tükrözi, de megjelenik az Atlanti-óceán befolyása is. Sokéves átlagban az alacsony fekvésű Tisza-völgy kapja a legkevesebb csapadékot, az éves összeg nem éri el az 500 mm-t. A legtöbb csapadék az ország délnyugati részére és a magasabban fekvő területekre jut, néhány kis foltban értéke meghaladja a 800 mm-t is. A 6. ábrán az is jól látszik, hogy az 500 mm-nél kisebb éves csapadéku területek nagysága alig változott, azaz a 30 éves időszak átlagában az aszályok nem mutathatók ki a klimatikus térképen. Ez is azt mutatja, hogy nagy figyelmet kell fordítani a jelenleg még döntően a változékonyság kategóriába tartozó rövidebb idejű aszályokra, illetve nagyvizes időszakokra.

A változékonyság annál jobban növekszik, minél nagyobb tér- és/vagy időbeli felbontást alkalmazunk. Ezért az egyes években a 30 évre vonatkoztatott klimatikus térképtől jelentősen eltérő térbeli eloszlás is előfordulhat. Az sem meglepő, ha az éves csapadékösszeg 10 km-en belül több száz milliméterrel különbözik sík terepen, mert ilyen eset is előfordult már, míg ugyanez hegységek esetében rendszeresnek nevezhető. A csapadékmező megállapításánál figyelembe vettük a különböző domborzati kitettségeket, azonban még így is problémát okozhat a számításokhoz alkalmazott hálózat rácspontjai kö-

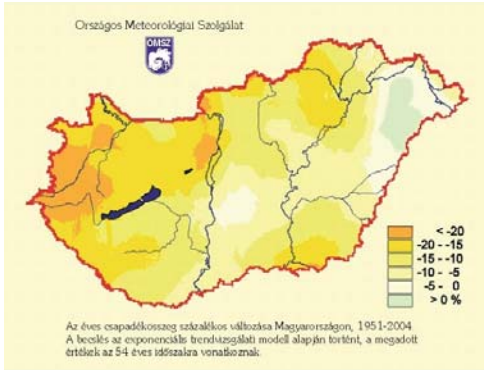
6. ábra



Magyarország éves csapadékösszegének éghajlati térképei

Forrás: Szalai et al., 2005

7. ábra



**Az éves csapadékösszeg
százalékos változása Magyarországon.
A becslés az exponenciális trendvizsgálati
modell alapján történt, a megadott értékek
az 1951–2004-es időszakra vonatkoznak**

Forrás: Szalai et al., 2005

zötti távolság. Ez a jelen esetben mintegy fél kilométer, amit azért nem lehet csökkenteni, mert akkor a lokális tényezők már túlságosan nagy szerephez jutnának.

A klímaterképekhez hasonló képet mutat a csapadékcsökkenések térképe, azonban illetően összegezve a várakozással ellentétes eloszlást mutat (7. ábra). Az adott időszakban elsősorban a nyugat-magyarországi területeken volt nagy csökkenés, amit például az erdészeti produkcióvizsgálatok is alátámasztanak, míg a Duna–Tisza közén alig csökkent a csapadék, sőt, egyes kelet-magyarországi részekben még növekedett is. Az egyik ok, amiért mégis nagyobb problémák jelentkeznek a Duna–Tisza közén az az, hogy ott az éves csapadékösszeg eleve alacsonyabb, így érzékenyebb a csökkenésre. A másik ok az, hogy az 54 éves időszakon belül hosszabb száraz periódusok fordultak elő, amik a térképen nem jelennek meg. Végül a térkép csak a csapadékról közöl adatokat, pedig az aszályt általában az érzékenység alapján ítéljük meg. Az érzékenységnek a csapadék változékonysága és szélsőségei csak egy tényezője, de további meteorológiai (például hőmérséklet),

talajtani (például vízháztartási tulajdonságok), hidrológiai (például talajvízmélység), gazdasági (például a terület fejlettsége) és társadalmi (például a képzettség szintje) hatások is jelentős szerepet játszanak.

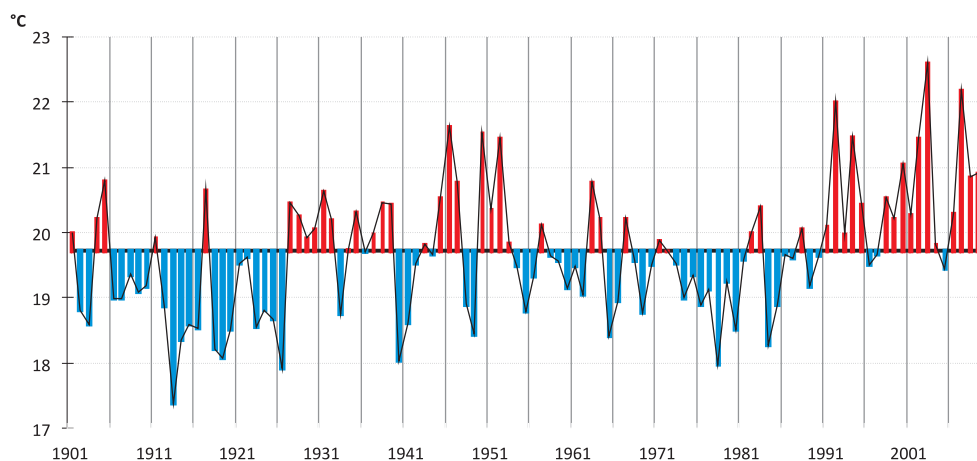
A FELSZÍNI VÍZMÉRLEGET BEFOLYÁSOLÓ EGYÉB TÉNYEZŐK

A felszíni vízmérleget még sok meteorológiai tényező befolyásolja, amelyek közül itt csak a legfontosabbakat említjük meg: a hőmérséklet növekedése a párolgáson keresztül (amihez még relatív nedvesség és széltenenciák is szükségesek), a csapadék intenzitása a lefolyáson keresztül és a hó/eső arány szintén a lefolyáson keresztül hat a felszíni vízmérlegre.

A hőmérséklet Magyarországon egyértelmű növekedést mutat. Ez igaz mind az éves, mind az évszakos szinten. Különös problémát jelent, hogy a legnagyobb évszakos növekedés nyáron jelentkezik. Míg az évi középhőmérséklet emelkedése 0,86 °C volt 1901 és 2007 között, addig a nyarak melegedése meghaladta az 1 °C-ot (8. ábra). Ennek okai az egyre gyakoribbá váló hőhullámok, amelyek az emberek esetében növekvő számú, hosszúságú hőségriadót jelentenek, de a növény- és állatvilágra is nagy terhelést rónak. Jelentős károkat okozhat a hőmérséklet emelkedése az éjszakai időszakban. Hazánkban a minimum- és maximumhőmérséklet hasonló tendenciát mutat, és az úgynevezett meleg éjszakák száma jelentősen növekszik.

Ennek humán hatásai a kialvatlanság, az éjszakai nyugalom hiánya, de negatív hatásai érvényesülnek a növény- és állatvilágban is, például a növényeknél fokozott disszimilációhoz vezet. A melegedés negatív következménye még az is, hogy érzékenyebbé teszi elsősorban az élő szervezeteket a csapadékhiányos helyzetekre. Így 2006. szeptember és 2007. augusztus közötti időszakban 12 egymás után következő hónap melegebb volt az éghajlati értéknél. Ennek a hosszú időszaknak a végén, az átlagnál szárazabb június és

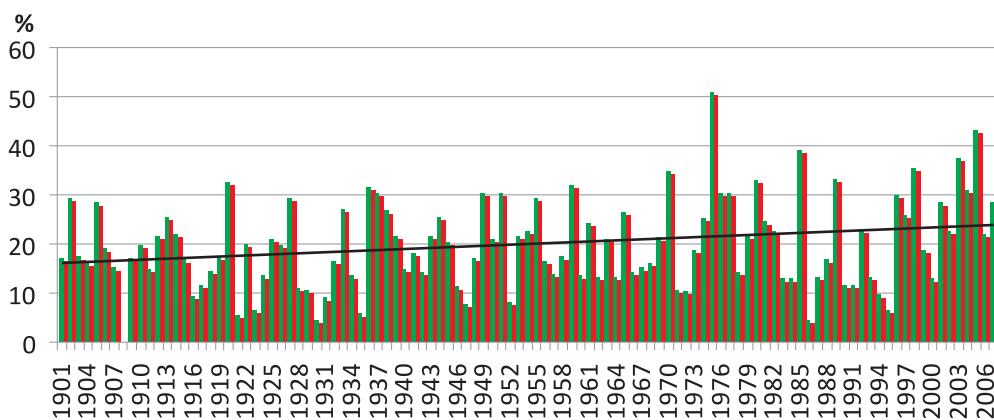
8. ábra



A nyári hőmérséklet-anomáliák időszora 1901–2009, országos átlag

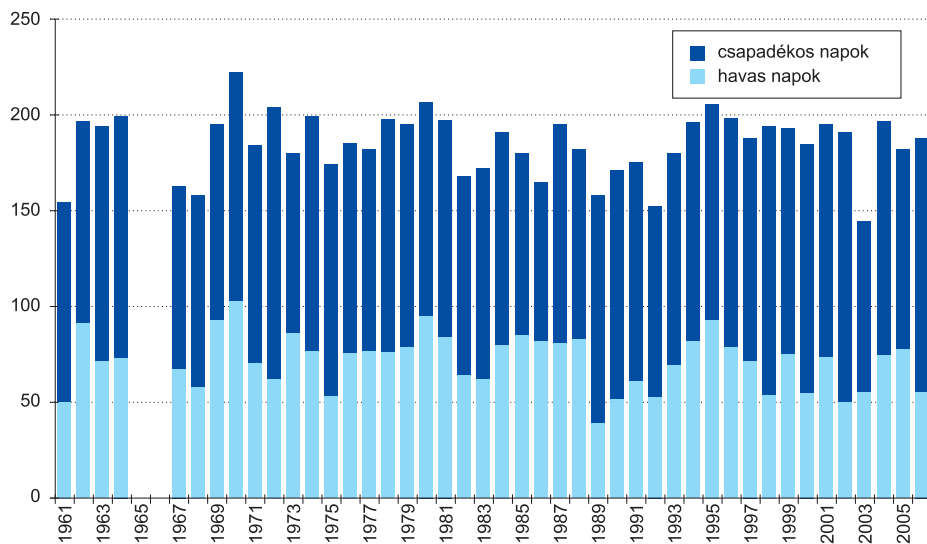
Forrás: OMSZ, 2009

9. ábra



Az 1961–1990 időszak 95%-os percentilisét meghaladó csapadékok
aránya az éves csapadékösszegben,
Debrecen, 1901–2007

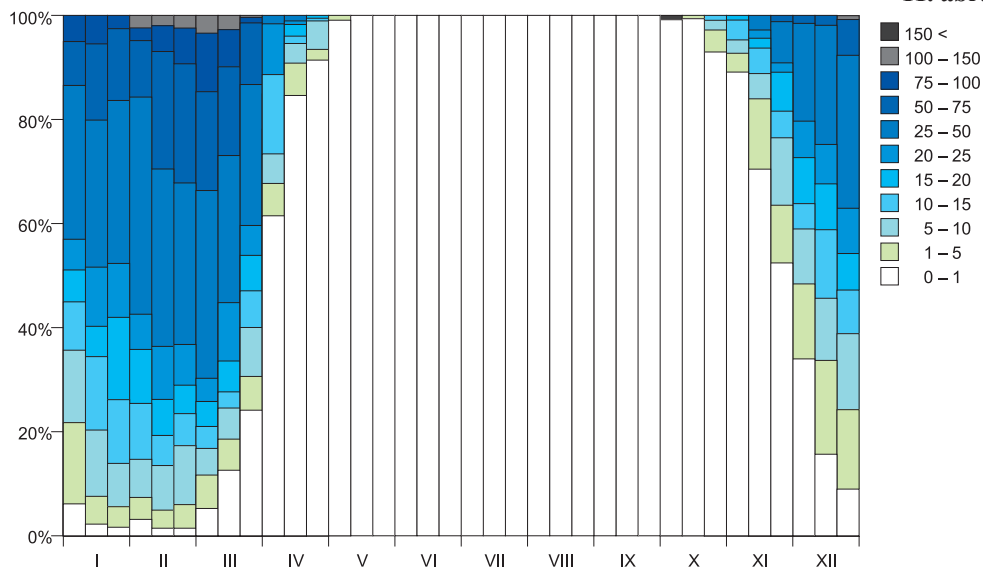
10. ábra



A csapadékos és havas napok számának változása Kékestetőn

Forrás: Németh és Szalai, 2008

11. ábra



A hóvastagság eloszlása dekádanként Kékestetőn

Forrás: Németh és Szalai, 2008

július sokkal nagyobb kárt okozott, mint ha az egy, az átlagnál hűvösebb időszakban következett volna be. Általában a nagyon meleg átlaghőmérsékletű években a csapadék-összeg a sokévi átlag alatt marad. Azonban itt is találunk kivételeket, például az eddigi legmelegebb mért évünk (1901 óta), 2007 az átlagosnál csapadékosabb volt (*Lakatos – Szalai, 2008*).

A melegedés logikai velejárója a víz körforgásának intenzívebbé válása, amit Földünk nagy részén a mérések is alátámasztanak. Így Magyarországra nemcsak kevesebb csapadék érkezik, hanem az is hevesebb esőzések formájában, ami tovább rontja a felszíni vízmérleget.

A vizsgálatok alapján az éves csapadék-összeg mellett a legalább 1 mm-es csapadéku napok száma is jelentősen csökken úgy, hogy végeredményben az egy nap lehulló átlagos csapadék mennyisége emelkedik, ami a csapadék intenzívebbé válását mutatja. A kevesebb csapadékos nap miatt az éves maximális száraz időszak hossza is növekszik, akárcsak az intenzitást közvetlenül kifejező, a felső 5%-os intenzitású csapadékesemények száma. A 9. ábra Debrecen példáján keresztül szemlélteti ezen utóbbi jelenséget.

A hó/eső arány enyhén csökkenő tendenciát mutat. Ez az érték szorosan összefügg a hőmérséklet és a csapadék változásaival.

A 10. ábrán jól látszik a havas napok számának csökkenése. Gyakran előfordul, hogy a hó nem a leghidegebb időszakban lepi el a talajt és a növényeket, így a fagykár elleni védőhatása nem jelentkezik. Viszont gyakran esik hó a tél végén, a tavasz elején, amikor a magasabb hőmérséklet miatt a lehulló nedves hó nehéz, ami gyakran töréskárokhhoz és lavinákhoz vezet.

A 11. ábra mutatja, hogy a leggyakrabban februárban van hó Kékestetőn (és mivel ez hazánk legmagasabb pontja, ezért feltehetőleg itt mérhetők a legmagasabb értékek, illetve az itt regisztrált eloszlás az egész országra reprezentatívnek tekinthető). A legnagyobb hóvastagság-értékek februárban fordulnak elő leggyakrabban. Emellett az első hótakaró

ideje egyre későbbre, az utolsó hótakaró ideje pedig egyre korábbra húzódik.

A SZÉLSŐÉRTÉKEK

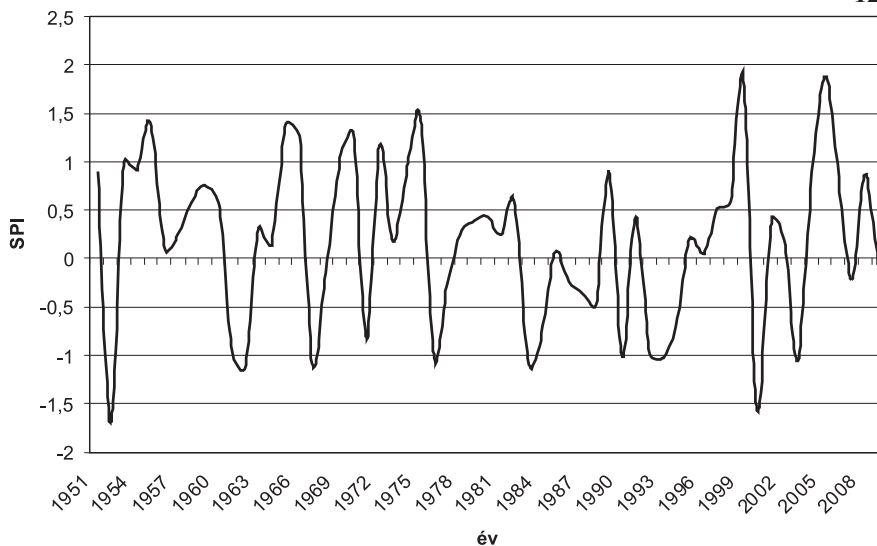
A csapadék változékonyságát mutatja a szélsőértékeinek nagy eltérései. A becslült legnagyobb napi csapadékösszeg 260 mm Dadon (1953. június 9.), ami európai szinten elég alacsony érték. Ennek oka feltehetőleg az, hogy a nagy csapadékmennyiségekhez nemcsak termikus, hanem orografikus hatások is szükségesek, ami hazánk területén nem jelentős. Feltehetőleg ez az oka, hogy az 50 mm-t meghaladó csapadékokat az Északi-középhegység DNY-i előterében, illetve Békésben (Bihar-hegység miatt) észlelték. A napi csapadékösszeg mért legmagasabb értéke 203 mm Gyömrőn (1963. szeptember 8.), ami viszont pontosan megegyezik a legkisebb mért éves csapadékösszeggel (Szeged, 2000). Ennek 60%-a (120 mm) az egyórás mért maximális csapadékösszeg, Hevesben, 1988. augusztus 23-án figyelték meg. Havi szinten a csapadékmentes hónap viszonylag gyakran előfordul, a legcsapadékosabb Dobogókőn jelentkezett 444 mm-rel, 1958 júniusában.

AZ ASZÁLYOK

A fentiek alapján érthető, hogy az utóbbi időben egyre gyakoribb aszályokról és egyre gyakoribb árvizekről is beszélünk. Sőt, ez a két jelenség ugyanazon a területen, egy évben is előfordulhat.

Magyarországon az aszály az éghajlat természetes velejárója. Írásos feljegyzések bizonyítják, hogy aszály mindig is volt a Kárpát-medencében az elmúlt ezer évben, tudjuk, hogy jelenleg egyre gyakrabban fordulnak elő, az éghajlati projekciók pedig még további gyakoriságnövekedést jeleznek előre. Egyes felmérések szerint ez a természeti csapás okozza a legnagyobb károkat a mezőgazdaságban (*Dunay – Czakó, 1987*).

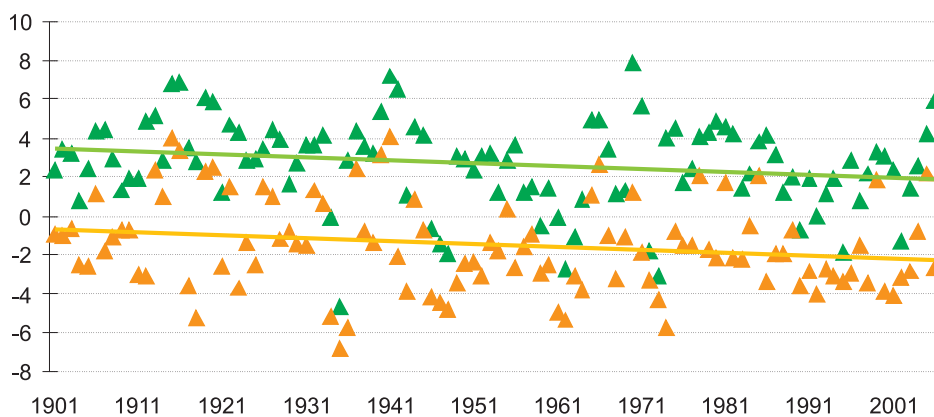
12. ábra



Nyári három hónapos, augusztusra vonatkoztatott SPI országos idősor 1951–2009.
Az állomási csapadéksorok 1104 gridpontra történő interpolálása után
ezen pontok mindegyikére megállapításra került az SPI-érték,
majd ezekből készült az országos átlag

Forrás: OMSZ, 2009

13. ábra



A Palmer-féle aszályindex évi maximumainak (zöld)
és minimumainak (narancs) idősora,
Debrecen, 1901–2006

Forrás: Bihari et al., 2008

Az aszály nagyon összetett jelenség, ezért mérése is nehéz. Úgynevezett aszályindexekkel mérik, azonban éppen a komplexitása miatt nincsen olyan index, ami önmagában képes lenne a jelenség leírására. Az USA-ban alkalmazott aszálymonitoringhoz 6-7 különböző indexet használnak fel. Mivel végső soron minden aszály eredete a csapadék hiányához köthető, a legegyszerűbb aszályindexek a csapadékmennyiség alapszának. Ezek közül a legelterjedtebb az SPI (Standardized Precipitation Index, Standardizált Csapadék-index), ami tulajdonképpen az adott időszak csapadéka előfordulási valószínűségét adja meg. A 12. ábra mutatja az országosan átlagolt SPI-értékek idősorát. Minél alacsonyabb az SPI-érték, annál nagyobb a szárazság. Általában +1 és -1 érték között tekintjük a helyzetet normálisnak, felette nedves, alatta száraz időszakról beszélünk. Az az időszak, amire az SPI-t vonatkoztatják, széles határok között választható meg. (Az ábrán ez három hónap, június, július és augusztus.) Minél hosszabb időszakot választanak, annál kisebb az idősor ingadozása.

Látható, hogy a legnagyobb, egész nyárra vonatkozó aszály 1952-ben volt, amelyet

a 2003-as követett. A különböző időtartamú SPI-kel végzett kutatások azt mutatják, hogy a szárazodás elsősorban a hosszabb időléptékben jelenik meg, azaz a havi csapadékösszegekben kevésbé figyelhető meg egy szárazodási tendencia, mint nagyobb, féléves, éves vagy még hosszabb időtávban. A 13. ábrán a Palmer-féle (PDSI) index idősorát mutatjuk be. Ez az index hasonlóan viselkedik, mint az SPI, minél alacsonyabb az értéke, annál szárazabb az időszak, és -1 alatt kezdődik az aszály. A PDSI-indexet egy hónapra határozzuk meg. Az ábrán látható, hogy Debrecenben a legnedvesebb hónapok is és a legszárazabb hónapok is szárazodást mutatnak, azaz a PDSI-indexük értéke csökken.

Az árvizek esetében még tovább bonyolíthatjuk a vizsgálatot, hiszen eddig lényegében a folyami árvizekről beszéltünk, azaz a nagy vízgyűjtőre hulló, jelentős mennyiségű csapadékról, míg az utóbbi időben egyre többször hallunk a hirtelen árhullámokról (flash flood), amelyek kis vízgyűjtőkre hulló intenzív csapadék eredményei, és egy 50-100 km²-es vízgyűjtőn néhány órás intenzív eső kiválthatja ezeket.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) BIHARI Z. – SZALAI S. (2007): 2007 értékelése a meteorológia szempontjából. In: Szalai S. (szerk.): A 2007. év értékelése. Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok, 10. kötet. OMSZ, Budapest, 11-21. pp.
- (2) BIHARI Z. – LAKATOS M. – SZALAI S. (szerk., 2008): Magyarország éghajlatáról. Változás, változékonyság térben és időben. OMSZ
- (3) DUNAY S. – CZÁKÓ F. (1987): Meteorológiai információk alkalmazása a mezőgazdaságban. In: Beszámoló az OMSZ tudományos kutatásairól, Budapest, 193-209. pp.
- (4) LAKATOS M. – SZALAI S. (2007): 2007 éghajlati szélsőségei. In: Szalai S. (szerk.): A 2007. év értékelése. Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok, 10. kötet. OMSZ, Budapest, 52-72. pp.
- (5) LIGETVÁRI F. (szerk. (2006): Felmelegedés és vizeink. Agroinform, 220 p.
- (6) NÉMETH A. – SZALAI S. (2008): Influence of climate change on precipitation types and winter tourism in the mountains of Hungary. COST Strategic Workshop on Global Change and Sustainable Development in Mountain Regions, Abstract volume. Innsbruck (Austria) 2008. április 7-9.
- (7) OMSZ (2009): Magyarország éghajlata és az aszály. Kiadvány 'Az aszály és a szárazodás Magyarországon' című konferenciára. 2009. október
- (8) Péczely Gy. (1979): Éghajlat. Tankönyvkiadó, 336 p.
- (9) SZALAI S. – BIHARI Z. – LAKATOS M. – SZENTIMREY T. (2005): Magyarország éghajlatának néhány jellemzője 1901-től napjainkig. OMSZ, 12 p.

SZÉLSŐSÉGES VÍZHÁZTARTÁSÚ ÉVEK AZ ALFÖLDÖN 1931–2010 KÖZÖTT

PÁLFAI IMRE

Kulcsszavak: belvíz, aszály, vízháztartás, éghajlatváltozás.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az Alföldön az 1931–2010 közötti 80 évből – egy ötfokozatú osztályozási rendszer (0, 1, 2, 3, 4) szerint – 50 év szélsőséges vízháztartású évnak minősíthető. Ezek közül 20 év jelentősen, nagyon vagy rendkívül belvizes volt (belvíz-értékszámuk 2, 3 vagy 4), 28 év pedig hasonló fokozatokban aszályos (aszály-értékszámuk 2, 3 vagy 4). Ezekben a belvizes években az aszály, az aszályos években pedig a belvíz csak enyhe vagy mérsékelt formában alakult ki (értékszámuk 0 vagy 1). Két évben (1971-ben és 2000-ben) viszont a belvíz és az aszály is szélsőséges méreteket öltött. A belvíz-értékszámoknak és az aszály-értékszámoknak még a 10 éves átlagai is nagy ingadozást mutatnak (0,1 és 3,0 közöttiek), összegük az 1970-es évtizedtől kezdve növekvő tendenciájú, ami a vízháztartási szélsőségek fokozódását jelzi. A regionális éghajlat-változási foratókönyvek segítségével érdemes lenne megvizsgálni, hogy a belvíz- és az aszály-értékszámok a következő évtizedekben miként alakulhatnak.

Az utóbbi években – főként az éghajlatváltozás kérdéskörével összefüggésben – egyre több szó esik hazánk vízháztartási viszonyainak szélsőségesebbé válásáról (*Varga-Haszoni et al., 2006; Gálos – Lorenz – Jacob, 2009; Bartholy – Pongrácz – Torma, 2010; Mátyás – Gálos, 2010; Somlyódy – Nováky – Simonffy, 2010; Várallyay, 2010; Rakonczai, 2011a*). E tekintetben az Alföld különös figyelmet érdemel, mivel a vízháztartási szélsőségek (esetenként a hatalmas területet elborító belvizek, máskor a súlyos aszályok) itt okozzák a legtöbb problémát, a legnagyobb kárt.

A belvizes állapotokat a belvízzel elöntött terület nagyságával szokás jellemezni, míg az aszály értékeléséhez többnyire valamilyen aszályindexet használnak. Annak érdekében, hogy e kétféle vízháztartási jelenség „erőssége” egymással is összemérhető legyen, célszerű azonos értékelő módszert alkalmazni. Kézenfekvőnek látszik, hogy az aszályos

évek jellemzésére a régóta használt aszály-index (PAI) nyomán bevezetett aszály-értékszám (*Pálfa, 2009, 2010*) mintájára bevezessük a belvíz-értékszámot is, melyet a belvízzel elöntött terület nagysága alapján állapíthatunk meg. A belvíz- és aszály-értékszám megállapítására az Alföld esetében az 1. táblázat szerinti besorolás lehet az irányadó.

A 0 és az 1 osztályzatú évek lényegében normálisnak, míg a 2, a 3 és 4 osztályzatúak egyre szélsőségesebb vízháztartású évnak tekinthetők.

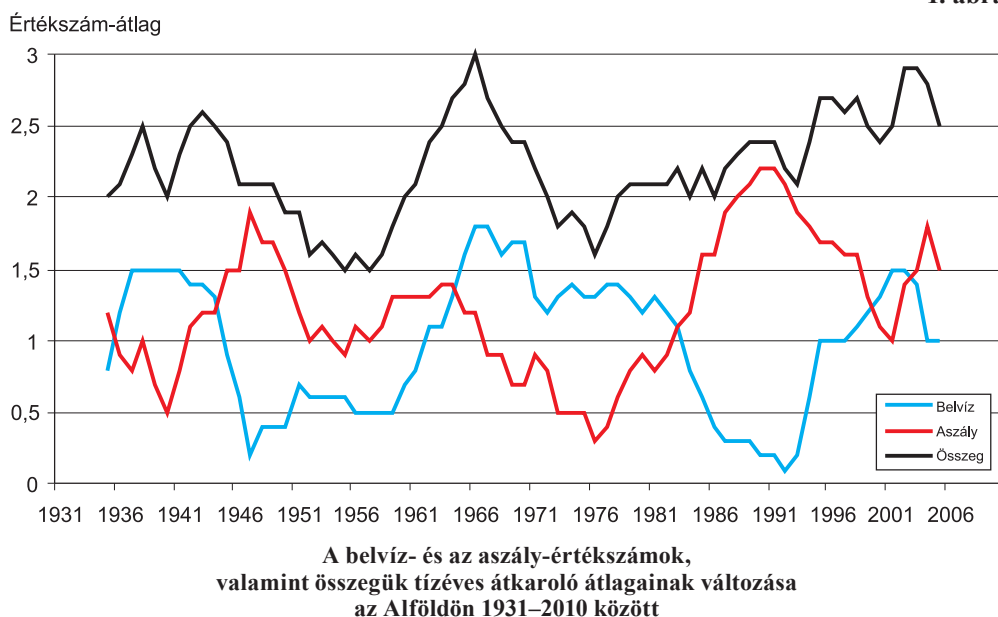
A vízháztartási viszonyok évenkénti változásának vizsgálatára az 1931–2010 közötti időszakot választottuk ki. Egyrészt mert ez a 80 éves időszak elég hosszú, s benne – mint látni fogjuk – mindkét irányú vízháztartási szélsőség változatosan előfordul, másrészt az Alföldre vonatkozó belvízelöntési adatok és az aszályindex területi átlagai korábbi vizsgálatainkból jórészt rendelkezésre állnak

1. táblázat

Az Alföld belvizes és aszályos éveinek osztályozási rendszere

Szöveges értékelés	Belvízi előtérés az Alföldön (1000 ha)	Belvíz-értékszám	Szöveges értékelés	A PAI alföldi területi átlaga °C/100 mm	Aszály-értékszám
Enyhén belvizes év	< 60	0	Enyhén aszályos év	< 5	0
Mérsékelt belvizes év	60–120	1	Mérsékelt aszályos év	5–6	1
Jelentősen belvizes év	120–200	2	Jelentősen aszályos év	6–7	2
Nagyon belvizes év	200–300	3	Nagyon aszályos év	7–10	3
Rendkívül belvizes év	> 300	4	Rendkívül aszályos év	> 10	4

1. ábra



(Pálfai, 2000, 2010), csupán a 2000 utáni belvizes adatokat kellett összegyűjteni és összegezni (VITUKI – ATIKÖVIZIG, 2001–2010). Az osztályozási munka eredményét, vagyis az egyes évekre megállapított belvíz- és aszály-értékszámokat a 2. táblázatban mutatjuk be.

A 2. táblázat adataiból egyszerűen megállapítható, hogy a különböző értékszámú belvizes, illetve aszályos évek milyen gyakran fordultak elő az Alföldön. Az eredményeket a 3. táblázat tartalmazza.

A szélsőségesen belvizes (2, 3 vagy 4 osztályzatú) évek száma összesen 22, a szélsőségesen aszályos éveké 30. Tekintettel arra, hogy az 1971. és a 2000. év mindkét szempontból szélsőségesnek minősül, míg a többi év csak az egyik szempontból, a vizsgált 80 évből összesen 50 év tekinthető szélsőséges vízháztartásúnak. A szélsőségesen belvizes vagy aszályos évek nagyobb részt nem egymagukban, hanem csoportosan, évsorozatokban fordulnak elő. A legbelvizebb két-három éves időszakok: 1940–1942,

2. táblázat

Az 1931–2010 közötti évek
belvíz- és aszály-értékszámai
az Alföldön

Év	Belvíz- érték- szám	Aszály- érték- szám	Év	Belvíz- érték- szám	Aszály- érték- szám
1931	0	3	1971	2	2
1932	1	1	1972	0	0
1933	0	0	1973	0	1
1934	0	3	1974	1	0
1935	0	4	1975	2	0
1936	0	0	1976	0	2
1937	2	0	1977	2	0
1938	0	0	1978	1	0
1939	1	1	1979	3	0
1940	4	0	1980	2	0
1941	4	0	1981	2	0
1942	4	0	1982	1	1
1943	0	2	1983	0	3
1944	0	0	1984	0	2
1945	0	2	1985	1	1
1946	0	3	1986	1	1
1947	1	3	1987	1	1
1948	0	1	1988	0	2
1949	0	1	1989	0	1
1950	0	3	1990	0	4
1951	1	0	1991	0	0
1952	0	4	1992	0	4
1953	2	0	1993	0	4
1954	0	0	1994	0	3
1955	0	0	1995	0	2
1956	3	0	1996	1	1
1957	0	1	1997	0	0
1958	0	2	1998	1	0
1959	0	0	1999	4	0
1960	0	2	2000	4	3
1961	0	2	2001	0	0
1962	0	3	2002	0	3
1963	2	1	2003	1	4
1964	0	2	2004	1	0
1965	2	0	2005	1	0
1966	4	0	2006	3	0
1967	3	1	2007	0	4
1968	0	3	2008	0	1
1969	2	0	2009	0	3
1970	3	0	2010	4	0

3. táblázat

A különböző értékszámu belvizes,
illetve aszályos évek gyakorisága
az Alföldön 1931–2010 között

Értékszám	Belvizes évek	Aszályos évek
0	43	35
1	15	15
2	10	11
3	5	12
4	7	7
Összesen	80	80

1965–1967, 1969–1971, 1979–1981 és 1999–2000, míg a legaszályosabb évsorozatok: 1934–1935, 1945–1947, 1983–1984, 1992–1995 és 2002–2003. A jelentősebb belvizes és aszályos évek váltakozva is kialakíthatnak hosszabb szélsőséges vízháztartású időszakot, ezek közül leghosszabb az 1960–1971 közötti 12 éves időszak.

A belvíz- és az aszály-értékszámok 1. táblázatban bemutatott adatsorából meghatároztuk a tízéves átkaroló átlagokat, amelyek grafikus ábrázolása jól szemlélteti, hogy ezek az értékszámok még tízéves átlagban is milyen nagy mértékben ingadoznak (1. ábra).

Bár a belvíz- és az aszály-értékszámok átlagai nagyjából kiegészítik egymást, mégis összegük is jelentős ingadozást mutat, ami bizonyos emelkedő és süllyedő tendenciák fedezhetők fel. Ezeket a tendenciákat a belvizes és az aszályos görbe metszéspontjainak elképzelt összekötése is tükrözi. Különösen figyelemre méltó a két értékszám összegének, vagyis a vízháztartás szélsőségeségének növekvő tendenciája az 1970-es évtizedtől kezdve napjainkig. Ennek a növekedésnek a 80-as évek közepétől a 90-es évek közepéig főként az aszályok erőteljes erősödése és gyakoribb előfordulása az oka, a 90-es évek második felétől kezdve pedig a néhány nagyon csapadékos esztendő, ami rendkívüli belvízi helyzetet teremtett. Közben az aszályosság lényegesen nem csökkent, ugyanis a hőmérséklet, különösen a nyári hőmérséklet határozottan emelkedő

jellegű volt (Mika, 2011). Mindezen időjárási-éghajlati változásokat bizonyos emberi tevékenységek még fokozták, ami a talajvízszintek tartós süllyedéséhez vezetett (Szalai, 2011; Rakonczai, 2011b), s ez visszahatott a belvízi és az aszályviszonyokra.

A jövőre nézve nehéz előrejelzést adni, de a különböző globális és regionális modellekkel végzett éghajlat-változási vizsgálatok eligazíthatnak bennünket a várható vízháztartási kilátásokról is. Például Mika János egyik legújabb tanulmányában arra a következtetésre jutott, hogy „az Alföldön a következő évtizedek során, 1-2 évtizedes időbeli átlagban a nyári félévi hőmérséklet jelentős emelkedésével, a csapadék és a fel-

hőzet csökkenésével, ennek nyomán a talaj nedvességtartalmának csökkenésével kell számolnunk. A téli félévben ugyanakkor a változások kisebbek, illetve bizonytalanabbak” (Mika, 2011). Ezek szerint az aszályok erősségének és gyakoriságának növekedésére számíthatunk, de nem zárhatjuk ki az időnként szélsőségesen nagy belvizek kialakulását sem.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az ábraserkesztéshez nyújtott segítségért Herceg Árpádnak tartozom hálás köszönettel.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) BARTHOLY J. – PONGRÁCZ R. – TORMA Cs. (2010): A Kárpát-medencében 2021–2050-re várható regionális éghajlatváltozás Reg CM-szimulációk alapján. „KLÍMA-21” Füzetek 60. sz. 3-13. pp.
- (2) GÁLOS B. – LORENZ, PH. – JACOB, D. (2009): Szélsőségesebbre válnak száraz nyaraink a 21. században? „KLÍMA-21” Füzetek 57. sz., 56-63. pp.
- (3) MÁTYÁS Cs. – GÁLOS B. (2010): Erdőgazdálkodás és klimatikus szélsőségek: problémák és feladatok. „KLÍMA-21” Füzetek 63. sz. 25-32. pp.
- (4) MIKA J. (2011): Regionális éghajlati forgatókönyvek előkészítése statisztikus módszerekkel. In: Rakonczai J. (szerk.): Környezeti változások és az Alföld. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 7. Békéscsaba, 63-74. pp.
- (5) PÁLFAI I. (2000): Az Alföld belvízi veszélyeztetettsége és aszályérzékenysége. In: Pálfa I. (szerk.): A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 6., Békéscsaba, 85-95. pp.
- (6) PÁLFAI I. (2009): Aszályos évek a Kárpát-medencében a 18–20. században. „KLÍMA-21” Füzetek 57. sz. 107-112. pp.
- (7) PÁLFAI I. (2010): Az aszályok gyakorisága a Kárpát-medencében az utóbbi háromszáz évben. „KLÍMA-21” Füzetek 59. sz. 42-45. pp.
- (8) PÁLFAI I. (2011): Aszályos évek az Alföldön. In: Rakonczai J. (szerk.): Környezeti változások és az Alföld. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 7., Békéscsaba, 87-96. pp.
- (9) RAKONCZAI J. (szerk. 2011a): Környezeti változások és az Alföld. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 7., Békéscsaba, 396 p.
- (10) RAKONCZAI J. (2011b): Az Alföld tájváltozásai és a klímaváltozás. In: Környezeti változások és az Alföld. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 7., Békéscsaba, 137-148. pp.
- (11) SOMLYÓDY L. – NOVÁKY B. – SIMONFFY Z. (2010): Éghajlatváltozás, szélsőségek és vízgazdálkodás. „KLÍMA-21” Füzetek 61. sz. 15-32. pp.
- (12) SZALAI J. (2011): Talajvízszint-változások az Alföldön. In: Környezeti változások és az Alföld. A Nagyalföld Alapítvány kötetei 7., Békéscsaba, 97-110. pp.
- (13) VÁRALLYAY Gy. (2010): Talajdegradációs folyamatok és szélsőséges vízháztartási helyzetek a környezeti állapot meghatározó tényezői. „KLÍMA-21” Füzetek 62. sz. 4-28. pp.
- (14) VARGA-HASZONITS Z. – VARGA Z. – LANTOS Zs. – ENZSÖLNÉ GERENCSE E. (2006): Az éghajlati változékonyság és az agroökoszisztémák. Nyugat-Magyarországi Egyetem Mosonmagyaróvár, 410 p.
- (15) VITUKI-ATIKÖVIZIG (2001–2010): Integrált Vízháztartási Tájékoztató és Előrejelzés. Készítette a VITUKI és az ATIKÖVIZIG, Budapest–Szeged, www.vizugy.hu

A TISZA-VÖLGY FENNTARTHATÓ HASZNOSÍTÁSA ÉS KLÍMAVÉDELMI HATÁSAI

DEZSÉNY ZOLTÁN

Kulcsszavak: Tisza-völgy, klímaváltozás, fenntarthatóság, hullámtér, hasznosítás.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése című kormányprogram megvalósítása döntően hat a Tisza-völgy vízháztartására, ezen keresztül a régió „használatára”. A tározórendszerek kiépülése és a tervben még nem szereplő állandó víztározó, valamint a hozzá kapcsolódó csongrádi vízlépcső megépülésével, illetve a még tervbe vett 100 000 ha öntözési lehetőséggel a Tisza ár- és hullámterei térségeiben az „elsivatagodási” folyamatoknak gátat szabhatnak, sőt a modellpéldák azt mutatják (revitalizációs ár- és hullámtéri mintaterületek), hogy az eredeti megközelítő élőhelyek alakulhatnak ki (ártéri erdők, legelők, kert és gyümölcsészet), az érintett térségek talajvízszintje is emelkedhet és klímája javulhat.

A várható kedvező hatások azonban csak a „teljes rendszer” kiépülésével – egy átfogó, egész Tisza-völgyet érintő megfelelő mértékben szabályozott vízkormányzással – érhetők el, amely garantálja a teljes tenyészidőszakban (azon kívül is) a felszíni és felszín alatti vízutánpótlást. A Terv 75 000 ha ideiglenes tározótér kiépülésével számolt, amelyhez kapcsolódik a jelenlegi 300 000 ha-os, majd a kb. 100 000 ha-os Nagykunsági öntözőrendszer, nem számítva az állandó tározó vízfelületét. Gyakorlatilag kb. 500 000 ha vízháztartását javíthatja a VTT következetes végrehajtása, amely regionális szinten már „biztos” klímajavító tényező (párás mikroklíma, kisebb evapotranszspiráció, talajban tárolt vízkészletek talajaszályt megakadályozó szerepe). A dúsabb, megfelelő (zárt) fedettségű „galériaerdők”, illetve az ár- és hullámterek „visszaadásával”, és egy okszerű, „ökológiai jellegű” tájhasználattal lehet elérni azt a célt, hogy a létbiztonság és gazdálkodás biztonsága is garantálva legyen.

A Kárpát-medencében a XX. században (főleg Trianon után) lezajlott antropogén jellegű hatások (a már említett erdőirtások a vízgyűjtőben, illetve a helytelen gazdálkodásból eredő károk), valamint a klíma „szárazulás” irányába való tendenciája veszélyeztetet teremtett a magyar Alföldön. A jelenlegi vízbő, lökésszerű árhullámok, valamint az egy éven belüli aszályjelenségek nemcsak a mezőgazdasági ágazatot, hanem a társadalom széles rétegeit is közvetlenül érintik. Sürgető feladat a víztöbblet optimális helyben tartása az ún. kritikus időszakokban, illetve a látszatra szembenálló érdekek (árvízvédelem – ár- és hullámterek hasznosítása) harmonizálása.

A víz egyre inkább felértékelődik, „stratégiai” jelentőségű anyaggá válik, amelynek minőségét megőrizni, mennyiségét helyben tartani szükséges. Tanulmányunkban a VTT céljait – a várható hatásokat, illetve az ár- és hullámterek jelenlegi és várható

ökológiai konfliktusait mutatjuk be, a Terv eddig teljesített és a várható beruházások feltüntetésével.

A klímajavítás témakörét a tájhasználat, illetve ezen belül az ökológiai jellegű gazdálkodás szemszögéből világítjuk meg, mivel meggyőződésünk, hogy elválaszthatatlannok egymástól, és alapfeltétel a „klímajavítást” tekintve.

BEVEZETÉS

Az 1846-ban indult Tisza-szabályozás az Alföld területének minimum 40%-át érintő lápos területek lecsapolására és a Tisza mederátvágására irányult. A cél egyértelműen a termőföld-gyarapítás és az árvíz hullámok gyorsabb levezetése volt. Az akkori célok érthetőek voltak, és a köz javát szolgálták. A XX. század közepén azonban új jelenségek léptek fel – a krónikus aszály előfordulása az Alföld-régióban, a vesztes talajvízszüllyedés, a vízgyűjtő területéről jövő lökészerű árhullámok (elsősorban az erdőirtások miatt). Az Alföld-régió, de különösen a Tisza-völgy „elsivatagodásának” vagyunk szemtanúi, amelyet az időjárással foglalkozó szakemberek egyértelműen kimutattak (átlagcsapadék-csökkenés különösen a nyári félévben, a hőségnapok, az ariditási értékek, illetve ET-adatok alakulása stb. alapján).

Mely beavatkozással volna célszerű eme, akár vészhelyzetnek is felfogható jelenségeket megakadályozni, illetve enyhíteni?

A megoldás csak egy társadalmi konszenzussal és az érintett szakterületek szakértőinek meghallgatásával, sokoldalú megközelítésen alapuló beavatkozássorozatban keresendő, amely egybevág, legalábbis figyelembe veszi a gazdálkodási és ökológiai érdekeket, hosszú távú nemzetgazdasági, társadalmi érdekek szempontjából egyaránt.

A legfontosabb a regionális vízháztartás „kedvező” alakítása (értsd árvízmentesítés, ahol szükséges, víztárolás, ahol lehetséges).

A vízháztartás „rendbetételét” célzó Új Vásárhelyi Terv nemcsak az „agrárszférát” érinti, hanem nemzetbiztonsági, ipari és lakossági vízbázisvédelmi szerepű – tágabb értelemben energetikai és a hajózás szempontjából (is) érintett. Figyelembe kell ven-

ni, hogy a Kárpát-medence együtt hordozza a vízbőség és vízhiány egy tenyészidőszakon belüli kialakulásának lehetőségét, amelyet az Új Vásárhelyi Terv következetes végrehajtásával előnyünkbe tudunk változtatni – e beavatkozások egyben a legnagyobb mértékű klímajavítást is szolgálják.

A magyar Alföld területének 40-50%-át gyakorlatilag a XIX. század közepéig a Tisza és Duna árterületei (alluviumai) érintették – évszárattól függően. Ez a tény a vízállásos és időszakosan vízállásos (zsombékos, nádas, mocsaras) területekre, valamint a meanderező Tisza és a lassan lefűződő mellékágakra vonatkozik, melyek maximális kiterjedése a tavaszi olvadáskor a kb. 4 millió ha nagyságrendet is elérhette – a közvetlen kapcsolatban nem álló egybefüggő lápvídekkel együtt (Ecsedi láp, Bihari Sárrét, Kalocsai Vöröstó mocsár, a Duna–Tisza közti szikes tavak tórendszere stb.).

A tájképi megjelenése az Alföldnek jóval gazdagabb vizes élőhely, illetve a szárazabb, magasabban fekvő homokhátságok erdős sztyepp természetes flórát és faunát „testesítettek” meg. A honfoglalás korától kezdett igen lassan végbemenni az a „szárazulási” folyamat, amely részben a lápok lecsapolásához, illetve 1846-tól *Széchenyi* kezdeményezésére, de *Vásárhelyi Pál* szakirányításával a Tisza szabályozásához kötődik.

A szabályozás előtti állapotokra egy relatív vízben gazdag, illetve a nyári időszakban is elegendő és nagy kiterjedésű vegetációval fedett vizes (mocsaras, lápos) jellegű „élőhelyláncolat”, illetve mozaikszzerű hálózat biztosította a „speciális” páras mezo- és mikroklimát, illetve relatív magas talajvízszintet, ami a természetes növénytakarót üdévé tette – legalábbis a Tisza igen széles árterületén (a homokhátságok kivételével).

A korabeli térképek egyértelműen mutatják, hogy az Alföld nem egy kiszáradt teknő, illetve gyér növényzetű „ugar” volt, hanem egy rendkívül változatos ökológiai rendszer, amelyben a szikes tavak, a mocsár, láp, lefűződött holtágak és mesterséges fokok egyaránt megtalálhatók voltak a valóban száraz homokhátságokkal együtt (futóhomok a Duna–Tisza között).

Az állandóan utánpótlódó felszín alatti és felszín feletti vizek (a tavaszi és nyár eleji áradásokkal) olyan kedvező vízháztartási feltételeket teremtettek, amelyek biztosítani tudták a nagy kiterjedésű árterületeken a vizek „szétterítését”. A természet adta árvízi hatások, illetve az utána bekövetkező „két-szeres” talajvízmaximumok (március–április, november–december) biztosítani tudták azt a kedvező mezo- és mikroklimát, amelyre a természetes flórának szüksége volt (illetve a fokgazdálkodásnál a mesterséges vízsabályozással a területen visszatartott vizekkel). Az évszázadok tapasztalata, a Tisza vízjárásának ismerete és a Kárpát-medence július–augusztusi aszályra hajló „középeriódusai” a természetes depressziókban és a mesterségesen elrekesztett fokokban biztosítani tudták azt a vízmennyiséget, amelyre a természetes flórának, illetve az ártéri fokgazdálkodásnak szüksége volt (lásd *Andrásfalvy Bertalan* tanulmányait).

A Tisza szerepe egy kis túlzással az egyiptomi Níluséval vethető egybe, mivel a nagy vízhozam lebegtetett hordalékot is szállított, amely a „széles”, nagy kiterjedésű ártéren a víz szétterjedése mellett a hordalékot is lerakta, gazdagítva a talajok természetes tápanyagtökéjét.

Hol van azonban az a korszak, amikor változatos és üde, nagy kiterjedésű ökológiai „hálózatról” beszélhettünk?!

A dicső elődök munkái, *Beszédes József*, *Vásárhelyi Pál*, *Kvassay Jenő* stb. a Tisza hatalmas ártereit akarták átfogóan a gazdálkodás szolgálatába állítani, amely az eredetileg 1416 km-es folyót kb 900 km-re „rövidítette” a kanyarulatok átvágásával és a gátrendszer kiépítésével. Cél a termőterület-nyerés, az

agrárkonjunktúra „kihasználása” és az árvízvédelem megoldása volt. A szabályozás nemes célkitűzései – a mezőgazdasági konjunktúra, új termőfelületek kialakítása, az árvízmentesítés – látványos és maradandó eredményeket, olykor tragikumokat is (lásd 1879-es szegedi árvíz) hoztak. Az adott korban indokolt volt a Tisza-völgy „korszerűbb módon” való hasznosítása.

Az egyértelműen káros tendenciák akkor csúcsonodtak ki, amikor a vízgyűjtőn az észszerűtlen rablógazdálkodás (értsd erdőirtás, legelőfeltörés) és a hiányos vagy rosszul megépített infrastruktúra és gazdálkodás „kombinálódott” a jelen felgyülemelő klímaproblematikájával. Az 50–60-as években felgyorsuló és jelenleg is tartó erdőirtás miatt a Tisza felső vízgyűjtő területein az eredetileg 60%-os vagy annál magasabb arányú erdőszűltség 30%-osra csökkent, amely a jelenlegi Kárpát-alját és az erdélyi Szigethegységet is érinti (a mellékfolyók vízgyűjtőjével együtt, 1. ábra).

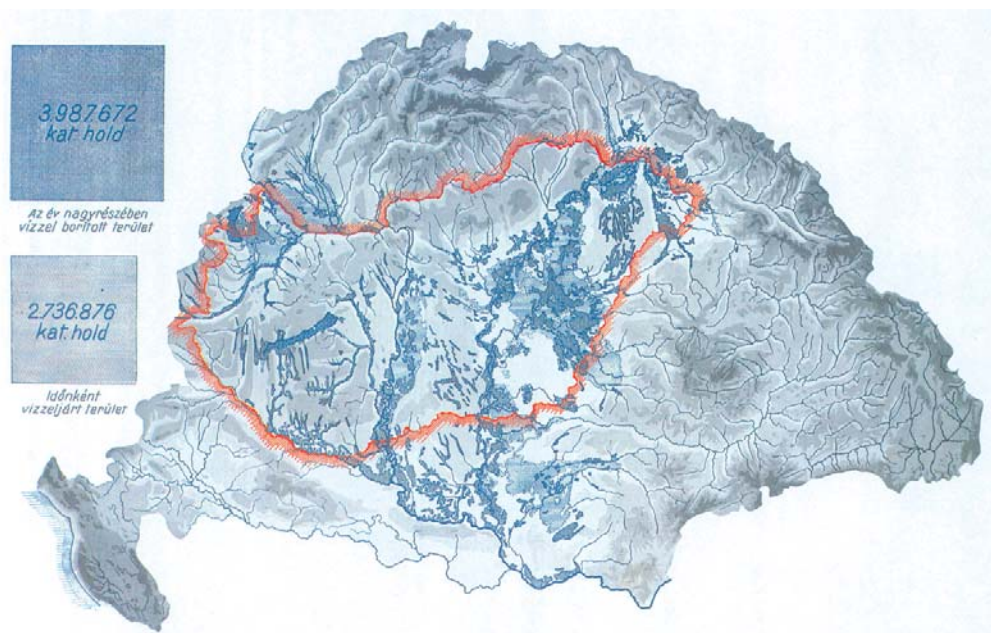
A Vásárhelyi Terv továbbfejlesztésének célkitűzései a többcélú hasznosítás:

- Környezetkímélő gazdálkodási formák kialakítása (helyreállítása) – vízi ökoszisztémák védelme.
- Ár- és belvízvédelem megoldása – vízszétterítés – árhullám csökkentése.
- Vízkivétel, víztárolás biztosítása a kritikus időszakokban.
- Hajózóút biztosítása.
- Területhasználati módok megváltoztatása (ökológiai, ökonomiai, szociális igények figyelembevételével).
- Átfogó tájrehabilitáció (természet- és tájvédelmi hálózat kialakítása).

Lényeg a víz jobb elosztása, az optimális vízkormányzás a „kritikus” (árhullámos) és aszályos időszakokban (a víz helyben tartása, tározási lehetőség biztosítása a tenyész-időszakban, árvízcsúcsok csökkentése gátmagasítás nélkül).

Kiemelt célok a területhasználaton belül (gazdálkodást érintő):

- Agrár-környezetgazdálkodás javítása (ökológiai jellegű gazdálkodás kiterjesztése).



A történelmi Magyarország vízborítása és árvíz járta területei az ármentesítő és lecsapoló munkálatok megkezdése előtt

- Integrált növénytermesztés (az árterek öntözött „nagytablás” területein).
- Környezetileg Érzékeny Területek programja (holtágak revitalizációja).
- Kiegészítő agrár-környezetgazdálkodási programok (ártéri erdők, ültetvények).
- Új Magyarország Fejlesztési Terv, Környezet és Energia Operatív Program.
- 2013-ig 6 tározó megépítése (50-60 cm-es árhullámszint-csökkentés).
- Legkésőbb 2020-ig a teljes Tisza völgyre kiépülő véstározórendszer kiépítése a hozzá kapcsolódó öntözőfürtökkel együtt.

Jelenlegi vízháztartást befolyásoló hatások, a klímajellemzők szempontjából az alábbiak:

- Az átlagcsapadék kb. 100 mm-t csökkent az utóbbi 100 év alatt (550 mm-ről 450 mm-re).
- Súlyos talajvízszint-süllyedés a VITU-KI talajvízkút-figyelő hálózata alapján (intenzív, elsősorban a homokhátságok területén, 6 m \geq).
- Intenzív párolgás növény- és talajfelületről egyaránt (ET 900 mm/év \geq).
- Hőszégnapok gyakorisága (30-35 nap/év).
- Ariditási index 1,6 \geq felett, aszályérzékenység a teljes régióban.
- Természetközeli zöldfelületek rohamos csökkenése (árterek és hullámterek szántóföldi művelés alatt).
- A szűk hullámterek „kis” keresztmetszetűek az árhullámok levezetésére.
- Nincsen elegendő víztároló tér (gyors lefolyás – a csapadék, illetve érkező vizek nem hasznosulnak).
- Megoldatlan belvizek, feltörések az ártéren (évente átlag kb. 100 000 ha belvízkár az Alföld-régióban).

A SÜRGETŐ FELADATOK, TENNIVALÓK

A Kárpát-medence természetföldrajzi és agroökológiai adottságai a kiindulási alap. A medencejellegből adódóan potenciálisan a Tisza és mellékfolyói a múltban és a jelenben (de várhatóan a jövőben is) konfliktushelyzeteket okoznak az Alföld-régióban. A Tisza és mellékfolyói a szabályozás előtt az Alföld területének 40%-át árasztották el időszakosan, kialakítva azt a „speciális” hidrofíl ártéri flórát és faunát, amely fajgazdagságával, vízbőséggel, a hordalékanyag lerakásával gazdagította az egyébként száraz erdőssztyepp, a honfoglalás után egyre inkább sztyepp jellegű tájat (1. ábra).

A gazdasági szükség a XIX. század elejétől fogva – a népességszaporodás, mezővárosok külterületeinek ugrásszerű növekedése, a mezőgazdasági termékek iránti konjunktúra stb. – az egykori árterek lecsapolását, illetve a Tisza folyó radikális szabályozását indokolták, amely során a folyó mellékágaitól, ártereitől elvágták, gátak közé szorították. Cél a víztömeg minél gyorsabb levezetése volt, egybekapcsolva az árterek fokozatos mezőgazdasági művelésbe vonásával. A *Vásárhelyi Pál* és mérnöktársai által irányított nagyszabású, nagy térséget érintő vízrendezés Hollandia „polderesítésével” volt azonos nagyságrendű.

A tájra gyakorolt hatások gyökeres változásokat okoztak az ökológiai és gazdálkodási viszonyokban. A „szárazabbá” váló területeken – a talajvízjárás és talajminőség függvényében – kialakult a hagyományos ártéri gazdálkodás helyett a rét, legelő, valamint a felszíni és felszín alatti vizek által kevésbé veszélyeztetett területeken a szántóföldi gazdálkodás vált mértékadóvá. Kétségtelen tény, hogy a gátak építésével nőtt az árvizektől függő biztonság, ami azonban a kor technikai színvonalát figyelembe véve nem mindig tudta garantálni a megfelelő védelmet, lásd a szegedi gátszakadást 1879-ben.

A Tisza vízgyűjtő területén, elsősorban a forrásvidék közeli kárpátaljai területeken az

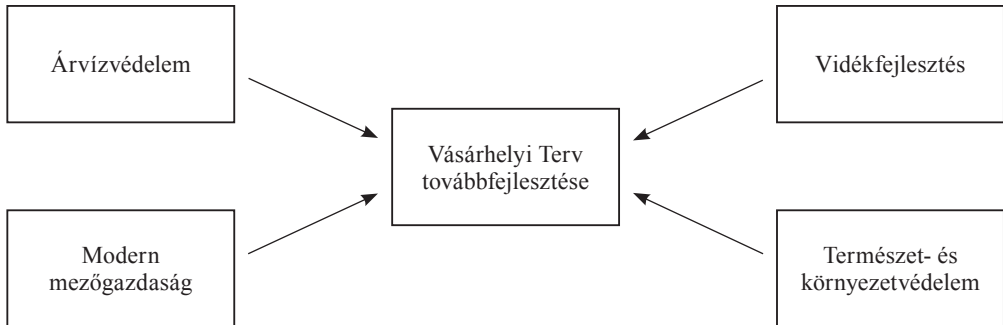
utóbbi 50 évben végbement radikális földhasználatváltás (erdőből legelő, szántó), valamint az okszerűtlen – rosszul alkalmazott – agrotechnika, illetve erdőművelés (tarvágások összefüggő területeken) az eredetileg 60% feletti erdőborítottságot felére „csökkentették”. A jelenségek következményei közvetlen és közvetett módon a mai napig érvényesülnek árhullámok, erőzios károk, földcsuszamlások stb. formájában. Jelentősen mérséklődött a „szivacshatás”, amit az erdőterületek jelentettek, valamint a védőhatás, amit a sűrű növényi felszínborítottság biztosított. Az egyébként is „nagy” csapadékhozamú, 1500 mm/év szubalpin klímátípusú terület csapadéka lökésszerűen, nagy intenzitással, viszonylag gyorsan jut a folyóba, illetve mellékágaiba. Alapvetően emiatt a magyar Alföld potenciálisan és rendszeresen kitett az árvizeknek, illetve árhullámoknak. A 4 millió lakos jobb életkörülményeinek biztosítása rövid és hosszú távon is egyrészt a vízgyűjtő területek „eredeti” állapothoz közeli (újraerdősítés) + talajvédő gazdálkodási formák elterjesztése, másrészt a gátak további magasztása helyett a szintén természetközeli árterek (ezen belül hullámterek) visszaállítása révén kívánatos és gazdaságos, amelyben hangsúlyozott szerepe van az egykori ártereknek és azon belül is a hullámtereknek.

Az Új Vásárhelyi Terv sokoldalú megközelítésen, a különböző hosszú távú érdekek kompromisszumára alapoz, amely nemcsak regionális, hanem országos érdekeket is figyelembe vesz. A 2. ábra a KvVM által összeállított *A Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése* c. sajtóanyagában szemléletesen mutatja be azokat az „érdekkapcsolódásokat”, amelyek az „új” Vásárhelyi Tervben fogalmazódtak meg.

A hullámtér mint speciális biotóp és a gazdálkodás színtere

A hullámtér alatt a fő védvonal és a vízfolyás közötti területet értjük. Ha keresztmetszetét vesszük alapul, különböző funkciójú területek különíthetők el, amelyeknek

2. ábra



Az Új Vásárhelyi Tervben megfogalmazódott „érdekkapcsolódások”

elsősorban vízügyi szempontból van jelentősége (lásd 7. ábra).

A hullámterek olyan „speciális” élettereknek tekinthetők, amelyek rendszeresen felszíni vízborításnak vannak kitéve, valamint a talajvíz szintje közel van a talaj felszínéhez, vízháztartásuk éves időszakot tekintve döntően a víztöbblet irányába mutat. Ökológiai, árvízvédelmi és gazdálkodási szempontból heterogén, mozaikszerű elrendeződésű biotópok „együttese”. E területek őrizték meg – elsősorban a széles, nagy kiterjedésű hullámtereken a természetközeli állapotokat, amelyek mára csak mozaikszerűen helyezkednek el. (A későbbiekben részletezzük az egyes „mozaikok”, zónák, szakaszok funkcióit.)

A hullámterek az egykori árterek olyan mesterségesen (fővédgátak közötti terület) kialakított részei, ahol az árvízvédelem áll a „központban”, nagyvízkor befogadóként és levezetőként, mintegy „kiszélesített” folyómederként működnek, ugyanakkor a gazdálkodás színterei is. E néhol szűk keresztmetszetű területen ülepedik le a hordalék, illetve „öblíti át” a folyó a hullámtereket, mintegy építő-romboló funkciót egyaránt betöltve. Ha a hullámtér sematikus keresztmetszetét nézzük meg, akkor érzékelhető, hogy a folyó vízteste és a partoldal rézsűje közötti sáv tekinthető a „legkritikusabbnak” az áradások, azon belül is a jégzajlásokat tekintve.

A mederágyhoz kapcsolódó partszakasz, illetve a hozzá kapcsolódó 1-200 m-es parti sáv tekinthető a legkitettebb zónának, ame-

lyet érint a folyó oldalazó eróziója, abrázációs károk, jégtorlaszképződés, hordaléklerakás és átöblítés, kioldás (lásd 7. ábra). Gyakorlatilag a partközeli sáv „ütköző”-zónaként funkcionál, amely terület rész legjobban kitéve a folyó lefolyásviszonyai változásának, ugyanakkor az antropogén hatásoknak is (táborhelyek, lejárók, a potenciális szennyeződés helyei stb.). A víztesthez kapcsolódó szűk parti sáv (mint természetes rézsű), valamint az 1-200 m-es „pufferzóna” együttesen vízügyi és ökológiai szempontból is kiemelt terület, tekintettel arra, hogy a potenciális pontszerű és nem pontszerű (diffúz) terhelések itt rakódnak le a legnagyobb gyakorisággal és mennyiséggel.

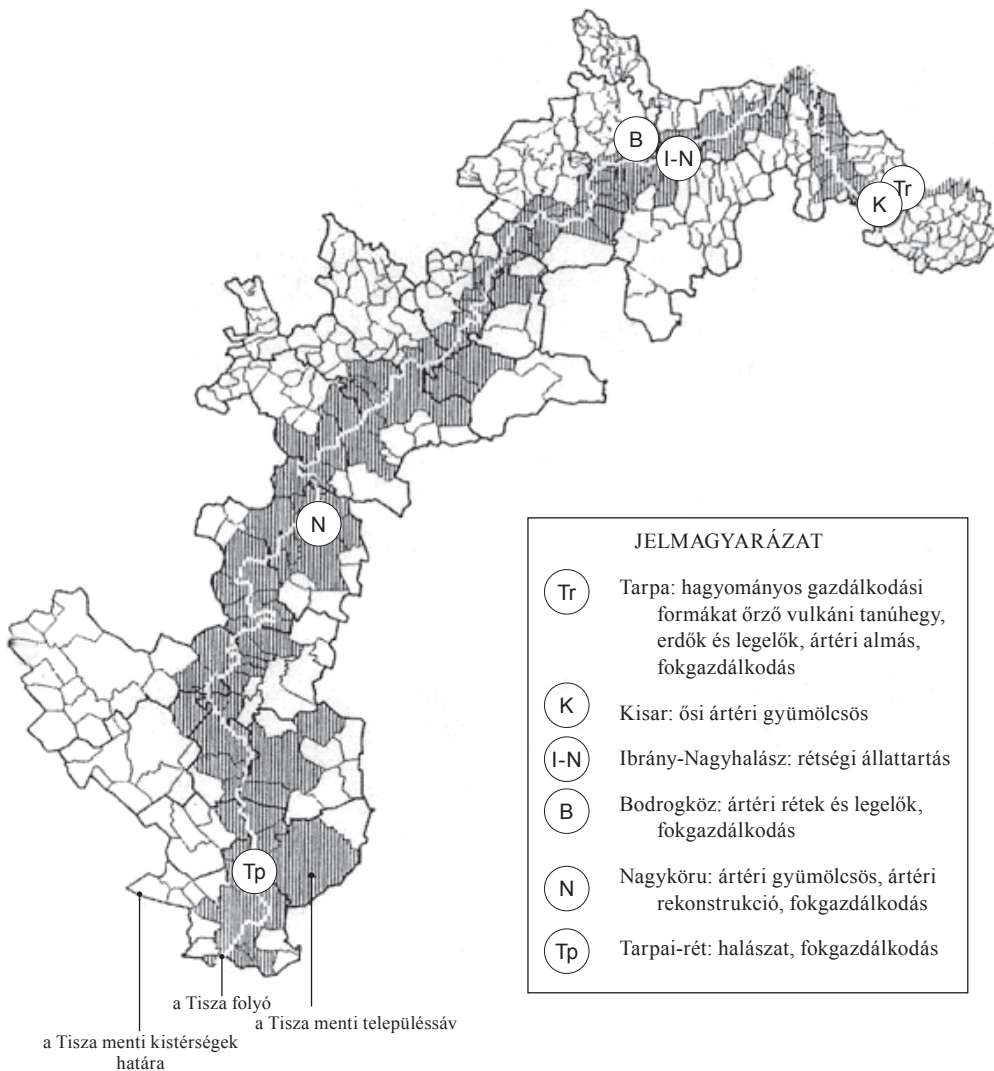
A széles hullámtérű térségeknél nyílik lehetőség arra, hogy az egykori ártéri gazdálkodási módokat bevezessék, a területet mezőgazdasági szempontból hasznosítsák (3. ábra).

A hullámterek funkciói

a) Ökológiai szerepkör:

- Betölti az árvízvédelemben játszott szerepet (mint „kiszélesített meder”), vízlevezetés „tere”.
- Vízbefogadó és időszakosan tároló (a biomaszta-előállítás számára).
- A hordaléklerakás helyei (szedimentációs zóna).
- Jellemzően hidrofíl növénytakasulások.
- A hullámtér teljes egésze ökológiai zöldfolyosó.

3. ábra



A hagyományos gazdálkodás terei a Tisza mentén

Forrás: Kiss A., 2000

- Környezeti hatásokkal szemben érzékeny és gyakran kitett (árvizek, magas vízállás).
- Esetenként természetvédelmi területek részei – különleges növény- és állattársulások adott sávjai (rézsú, partközeli sáv) „speciális” szerepet és pufferezónát képeznek a közvetlen a folyó menti területek és a fővérvonal felé eső területek között (a széles kiterjedésű ártereken), a hullámterek holtágai, kubikgödrei specifikus biotópként szerepelnek (ökológiai mozaikok), potenciálisan a halak szaporodó helyei, vadak búvóhelyei stb.

b) Vízgazdálkodási (árvízvédelmi) funkciók:

- A hullámterek elsődleges feladata (vízügyi szempontból) a mederből „kilépő” vizek levezetése, illetve ideiglenes tárolása, visszatartása.
- Sankolóterek biztosítása, illetve uszadékok lerakása.
- Vízkormányzási, vízelosztási „üzemi” terület.
- Vésztározási lehetőség – többfunkciós (halászati, jóléti, öntözővíz stb., árapasztás).
- Hullámterek (árvízi hullámcúcs „széttérítése”, tompítása – védgátáthelyezéssel lehetőség van bővítésre).
- A foggazdálkodás lehetősége, természetközeli vízszabályozás, a vízáramlás stabilizálása, kiegyensúlyozása az ártereken (ezen belül a hullámtereken).

c) Gazdálkodásban betöltött szerep (hasznosíthatóság mezőgazdasági tevékenységnél):

- Nagy levélfelületű, intenzíven párologtató növények élettere (rét-legelő társulások) (talajvízszint-süllyesztés).
- Mély gyökérzetű, víztűrő kultúrnövények (ártéri gyümölcsösök).
- Nagy vízigényű gyeplőnövények (herefélék) természetvédelmi lehetősége (extenzív állattartás).
- Korlátozott szántóhasznosítás a
 - talajművelés idejének megválasztása;
 - növényi skála „szűkössége”;

– tenyészidő korlátozottsága miatt.

- Hidrofil kultúráknál nagy biomasz-sza-produkció (állandó vízutánpótlás biztosítva a teljes vegetációs időszakban), minimális aszálykárvesztés.
- Idegenforgalmi aspektusok (vízi turizmus, ökoturizmus, horgászat, vadászat stb.).

d) Erdészet (természetvédelmi, talajvédelmi funkciók):

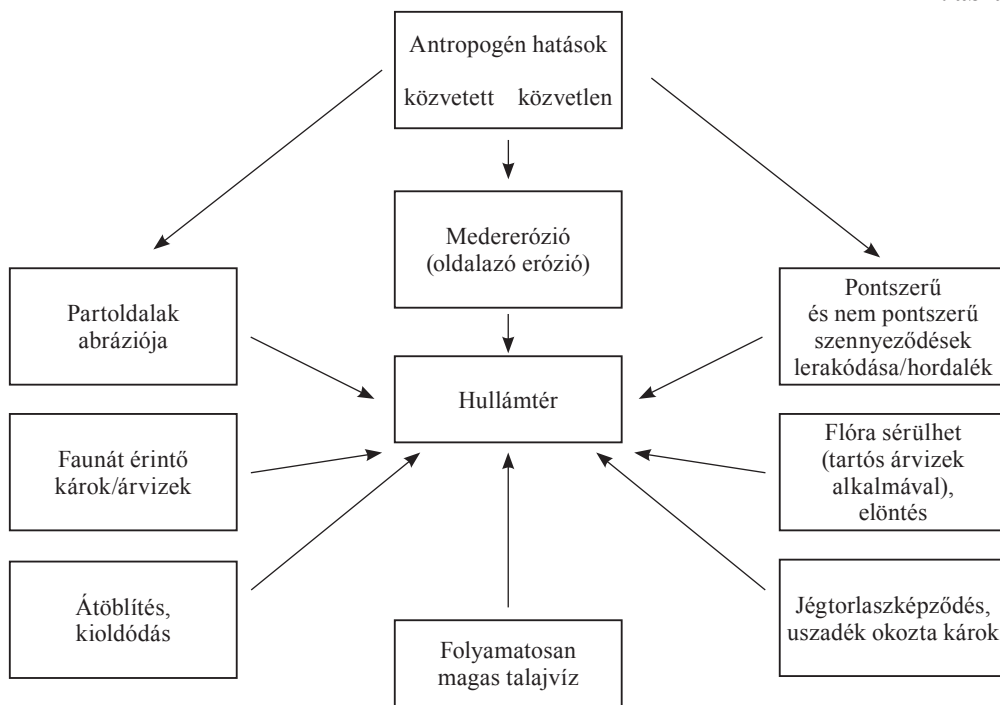
- Eredetileg is puhafás galériaerdők termőhelye.
- A vízbőség miatt nagy vízigényű állókultúrák (nyáras, fűzes) potenciálisan nagy fatömeg előállítására képes termőterület (gyorsabb növekedés – vizes élőhely).
- Az árterek és ezen belül a hullámterek a vadgazdálkodásban kiemelt jelentőségű területek (búvó, szaporodási hely, élettér).
- Lehetőség van „egységes” kezelésű természetsszerű galériaerdő újrakialakítására (területhasznosítás és -kezelés nem mozaikszerűen, hanem zöldhálózatként összefüggően megvalósítható – ökológiai folyosók kialakítása).

Az ár- és hullámtér konfliktusait összefoglalva a 4. ábrán mutatjuk be.

A fenntartható gazdálkodás korlát és lehetősége az ár- és hullámtereken

A hullámterek ökológiai és gazdasági szerepkörének vázlatos bemutatásánál érintettük azokat a kapcsolódásokat, amelyek a gazdálkodással összefüggnek. Tekintettel arra, hogy az ártereken (ezen belül hullámtereken) a felszíni és felszín alatti magas talajvízviszonyokból adódóan csak a kultúrnövények korlátozott termesztettségére nyílik lehetőség, döntöket a környezetvédelmi, vízvédelmi szempontok (5. ábra). Az emberi tapasztalat a természeti körülményeket figyelembe véve az évszázadok során olyan gazdálkodási rendszert valósított meg, amely alkalmazkodott az ökológiai körülményekhez (lásd ártéri gazdálkodás).

4. ábra



A hullámteret érő ökológiai konfliktusok

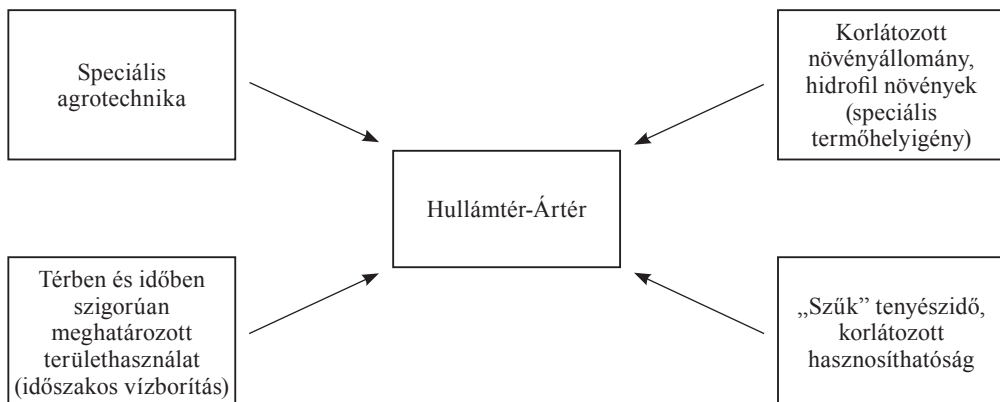
A természetes közegetől való elszakadás, a technokrata és a folyamatokat nem eléggé figyelembe vevő szemlélet, a nagyüzemi gazdálkodás térhódítása az egykori ártereken (de hullámtéren is) kedvezőtlen folyamatokat indítottak meg, illetve ezeket a területeket is érintették. A teljesség igénye nélkül, időben napjainkig a következő jelenségek a jellemzők:

- Egykori morotvák feltöltődése, eliszaposodása.
- A nagy táblák egyébként is heterogén talaj- és domborzati adottságú területeinek egybeszántása.
- A természetes vízlevezető csatornarendszerek megszüntetése.
- A szántó művelési ág térhódítása az ártéri erdők/legelők rovására.
- Az intenzív gazdálkodás hatásainak „érvényesülése” a vízminőség változá-

sában (talajvizek nitrátosodása, eutróf, majd hipertróf állapotok előfordulása a még meglévő holtágakban, tápanyag-, szervesanyag-feldúsulás).

- Néhol toxikus hatású környezetterhelés (kommunális eredetű szennyeződések, árvizek).
- Az árterek (ezen belül hullámterek) szűrő, pufferoló képességének csökkenése arányban van az ilyen területek kiterjedésének csökkenésével (ártéri erdős vegetációtípus helyett szántóföld).
- Radikálisan változott az eredeti természetközeli galériaerdők fajösszetétele, amelyek ha erdőként is vannak még használatban, de ültetvényszerű tájidegen fekete és kanadai nyárasok díszlenek az egykori füzesek és egyéb „őshonos” fás kultúrák helyén.

5. ábra



A gazdálkodás korlátai

- Az árterek talajainak vízháztartása elsősorban a szántóföldi művelési ágba vonásával megváltozott, nőtt az aszályérzékenység a borítottság hiánya miatt.

A Tiszai Alföld vonatkozásában különösen ki kell emelni azt a káros tendenciát, amely elsősorban az úgynevezett mentett oldalon jelentkezik, de hasznosításában és agrotechnikáját tekintve azonos kezeléssel (műveléssel) az egykori ártéri (ezen belül is hullámtéri) területekkel, ahol a szántóföldön rendszeresen jelentkezik az aszálykár (10 évből átlag 7 év csapadékhiányos az utóbbi 20 évben).

A felsorolt károsnak ítélt folyamatok, amelyek jelenleg is hatnak hullámtereinkre, sem vízügyi, sem gazdálkodási, sem társadalmi szempontból nem kívánatosak. A beavatkozás sürgető, módszerét, eszközét tekintve az úgynevezett hagyományos (nagyüzemi) technológiákat elhagyva, egy új rendszerszemléletű „ökológiai” gazdálkodási forma gondos megválasztására ad lehetőséget. Nemcsak a helyes tájhasználat, ezen belül is a művelési ágak gondos kiválasztása, hanem az okszerű agrotechnika, a „tájba illő” kezelési módok megfelelő alkalmazása is döntő.

Vessük össze a „hagyományos” agrotechnikai módszereket a hullámterekre javasoltakkal (6. ábra).

A hullámterek gazdálkodása szorosan kapcsolódik az egykori árterekhez, hiszen annak szerves része. Gyakorlati szempontból (és ökológiai szempontból is) a fővonal a mesterséges választó a hullámtéri és az úgynevezett mentett oldali területektől.

Talajtani, talajvíz-háztartási és termőhelytípus szempontjából „egyként” kezelendő a terület, amely a gazdálkodási szempontokat is érinti (pl. üzemszervezés).

Tekintettel arra, hogy az ökológiai adottságokhoz való alkalmazkodás mértékadó a hullámtéren és mentett oldalon egyaránt, a művelési ág és a hozzá adaptált agrotechnika gáton „innen és túl” egyaránt „közös” alkalmazandó (ezen alapul természetesen a kiszélesedő hullámterekre érvényes, mint pl. Tiszaroff, Tiszaug térsége – ahol több kilométer szélesek a hullámterek).

Az ár-, illetve hullámtéri gazdálkodás klímajavító szerepe

- Vízszabályozás
 - vízháztartás kiegyensúlyozása;
 - párologtató növények (+ transpiráció), talajvízszint-süllyesztés;
 - relatíve nedves biotóp a szárazuló Alföldön;
 - árvízcsúcs enyhítése (van lehetőség a víz szétterülésére).

6. ábra

A hullámterek hasznosítása során fellépő hatások és veszélyek (agrotechnika szempontjából)

„Hagyományos” gazdálkodás (nagyüzemi)	Fenntartható gazdálkodás
<ul style="list-style-type: none"> • Intenzív műtrágyahasználat, peszticidhasználat • Lemosódási és bemosódási veszély közvetlen a befogadónál • Talajművelés során mélyebb rétegeket érintve hoz fel káros anyagokat (kavics, glej stb.) • Taposási kár miatt elporosodás (talajszerkezet-leromlás) • Gépek mozgása, zaja háborgatja a környezetet • Hajlamoság az aszályérzékenységre, a feltalaj tározó képességének csökkenése (pórusterek tömrődése) • A talajfelület boritottságának hiánya deflációt és mikroeróziót (padkásodás) okoz • Nagy talajpárolgás a termények betakarítása után a tenyészidőszakban (evaporációs veszteségek) • A gazdálkodási forma kevésbé alkalmazkodik az ökológiai adottságokhoz – a profitorientáltság miatt csak a végtermék előállítására helyez hangsúlyt (erőltetett hozamnövelés) 	<ul style="list-style-type: none"> • Természetes szervesanyag-utánpótlást hasznosítja • Korlátozott, nem szintetikus vegyszerhasználat a növényvédelemben • Nincsen nehézgép-használat • A gyümölcs- és rétgazdálkodás miatt kisebb gépmunka-szükséglet, kisebb energiaigény • Mélyművelés nem jellemző, káros rétegek forgatás miatti felszínre kerülése minimális (agyag, kavics, szikes glejréteg stb.) • A talaj növényboritottsága a tenyészidőszakban (és kívül is) közel azonos (kis evaporációs veszteség) • Potenciálisan „nedvesebb” élőhelyet „konzervál” a döntően erdő, gyümölcsültetvény és rét-legelő művelési ág • Maximálisan „él” a környezet adta lehetőségekkel a faj-, fajtagválasztással és a kapcsolódó (adaptált) technológiákkal („génrezervátumok”)

- Mikroklíma szabályozása
 - kedvezőbb mikroklíma kialakulása (párasság, léghőmérséklet csökkenése);
 - aszálykár eliminálása.
- Talajban lejátszódó folyamatoknál
 - kiszáradás-nedvesedés (kedvező talajdinamika, jobb tápanyagfelvétel);
 - szervesanyag-utánpótlás (hordalék-ból + pótlás zöldtrágyával);
 - dinamikus egyensúly a kioldás és tápanyag-feldúsulásnál.
- Bioszférára gyakorolt hatás
 - pozitív oxigénkibocsátó (összefüggő galériaerdők).
- Nagy pufferzóna (hullámtér + ártér)
 - a környezeti terheléseket csillapító élettér, amely a megfelelően választott gazdálkodás esetén nem „visz” pluszterhelést a környezetbe + lebontási folyamatok helyén (szerves hordalékoknál) potenciális tápanyagforrás, felhalmozás-lebontás a szerves anyagoknál „kvázi” egyensúlyban van.

A területre átfogóan alkalmazandó fenntartható (többek között ökológiai, organikus, biotermelés) gazdálkodás szorosan összefügg a hullámterekkel:

- Művelési ágak változtatása (szántók csökkentése, tájidegen faültvények lecserélése tájba illő fás kultúrákkal).
- Az adaptált agrotechnika (alkalmazandó talajművelési módszerek elterjesztése).
- A megfelelő faj- és fajtakiválasztás (talajvíztűrő, átmeneti vízborítást tűrő növények termesztése).
- Egyedi kezelést igénylő, jellegzetesen kis- és középzemű (extenzív és fél-intenzív) kultúrák, pl. gyógynövények, ártéri gyümölcsösök felújítása/telepítése.
- Speciálisan alkalmazott növényvédelmi technológiák – a prevenciót és mechanikus, valamint biológiai védekezés módszereit betartva, illetve elsőséget biztosítva.
- Természetközeli legeltető állattartási forma elterjesztése a genetikailag érté-

kes állományoknál (minőségi állatiternék-előállítás).

A fenntartható gazdálkodás bevezetésénél és általánossá tételénél azonban figyelembe kell venni a vízügyi szempontokat, amely területileg a parti/rézsű, valamint az 1-200 m-es folyó menti sáv megfelelő karbantartásának, elsősorban árvíz elleni védekezésnek van alárendelve, igazi „ütközőzóna” a folyó és a mezőgazdaságilag is hasznosított területek között. A hullámtéren folytatott gazdálkodás elsősorban abban különbözik az ártéri gazdálkodástól, hogy a területhasználat adott területsávon az árvízvédelemnek van „alárendelve”, amely szigorú kööttséget jelent bármely mezőgazdasági jellegű hasznosításnál.

Döntő fontosságú a mozaikszerű élőhelyek előfordulása a hullámtereken, amelyek differenciált hasznosítást, nemcsak vízügyi, árvízvédelmi szempontból, hanem a mezőgazdasági és erdészeti szempontból is különböző termőhelyi adottságokat jelent. Ebből a tényből adódóan a mesterségesen „letarolt” parti sávtól a magas ártérig, a holtágak vizes élőhelyeitől a főgátak rézsűjéig „széles” lehetőség van a különböző élőhelyek okszerű, tájba illő hasznosítására.

A hullámterek „keresztmetszetét” (7. ábra) véve alapul vizsgáljuk meg, milyen hasznosítási „sémák”, kezelési módok alkalmazhatók a folyótól kiindulva a főgát koronájáig.

a) A folyó vízteste – parti rézsű tetejéig terjedő szakasz jellemzői: Legjobban kitett az abráziónak, mederezációs folyamatoknak, jégtorlasz keletkezésének, zátonyképződésnek (durva hordalék lerakása). Árvízvédelmi szempontból előnytelen a kőrös-fás-bokros vegetáció. A vízügy által „tisztított” terület, ami az árhullámok gyors levonulását akadálymentesen segíti. Erdészeti és mezőgazdasági szempontból kieső terület. Antropogén terheléseknek legjobban kitett zóna.

b) Parti rézsű tetejétől kb. 200 m-es parti sáv (parti „pufferzóna”) jellemzői: Árvíz, illetve magas vízállásnál rendszeresen elborított. Hordaléklerakás színtere. Jégzajlaskor – amely egybeesik az árhullám-

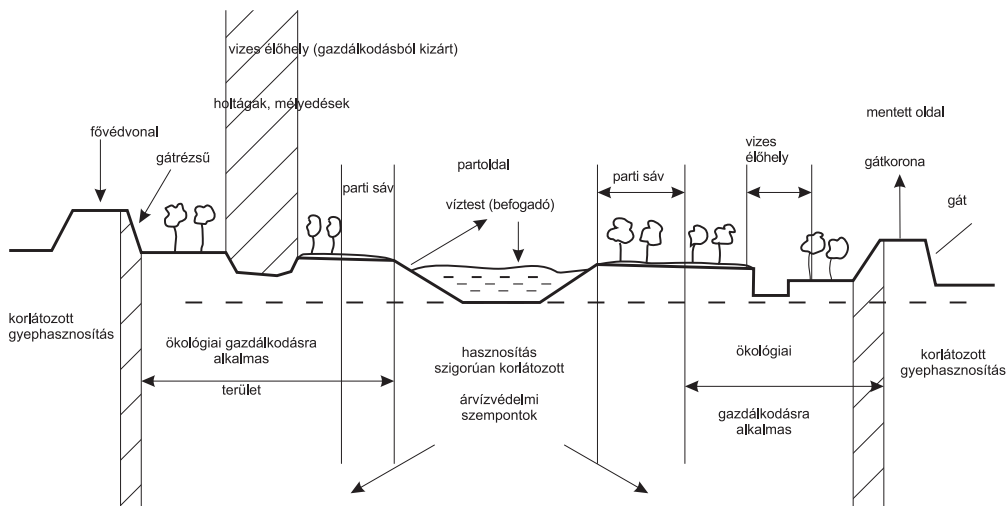
mal (jeges ár) – szinte letarolódik a terület. Gyakorlati (árvízvédelmi) szempontból a mederágy kiszélesedett részének tekinthető. Hasznosítás: igen korlátozott partstabilizáló funkciójú, sűrű, mély gyökérzetű, de tág térrállású fás kultúrák telepítése javasolható. Mezőgazdasági hasznosítást nem célszerű folytatni.

c) Part menti sávtól a gátrézsű széléig mezőgazdasági és erdészeti hasznosításra alkalmas. Magas talajvízű, a Tisza hullámtereit és árvíz hullámaikat hosszú távon vizsgálva évente átlag kétszer időszakosan vízállásos területnek tekinthető (jeges ár és zöldár). Ezt figyelembe véve a vízhasznosítást jól tűrő fás réti növénytakaságok, illetve gyümölcs (dió, körte) a javasolható kultúra. A folyó víztestéhez való relatív közelsége miatt csak környezetkímélő gazdálkodási forma ajánlott.

d) Hullámtéren belüli úgynevezett magasártéri területeknél a mikrodomborzat/mikrorelief viszonyok döntőek a mezőgazdasági hasznosításnál. A néhány centiméteres kiemelkedések, amelyeknél csak rendkívül nagyhozamú árvizek öntik el a területet (átlag 10 éves gyakorisággal), lehetővé teszik a hullámtereken is a kertészeti és korlátozott mértékű szántó művelési ág hasznosítást is. Hasznosítása: környezetkímélő kertészeti ültetvényekkel, korlátozottan szántóföldi növényekkel, nagy vízigényű, mély gyökérzetű növényekkel (gazdálkodás szempontjából a tenyésztési idősszáma és vízgazdálkodás szempontjából a legkedvezőbb élőhelynek tekinthető a hullámtéren belül).

e) feltöltődött holtágak, morotvák hasznosítása: Olyan jellegzetes talajtani és hidrológiai szempontból a környezettől különböző élettér, ahol az üledék laza szedimentációs „feltöltéseket” hozott létre, amelyek vízvezető képessége, rétegezethez „elűt” a környezettől. (Nagy vízvezető képesség, intenzív talajvíz-ingadozás.) Potenciális veszélyt jelent az állandóan magas talajvíz (gyökérfulladás, növényállomány „bepállik”) az esetleges felszíni és felszín alatti (belvíz) vízborítás miatt. Kifejezet-

7. ábra



A hullámterek keresztmetszete

Forrás: MTA RKK

ten vízigényes fás és gyepkultúrák számára hasznosítható terület, erdőgazdasági hasznosítás ajánlott.

f) *Mély fekvésű természetes depressziók, mesterséges mélyedések, kubikgödrök stb. hasznosítása:*

A természetes és mesterséges mély fekvésű, olykor a folyó átlagvízszintjénél is alacsonyabb, állandó vízborítottságú területek jellegzetes ökoszisztémát alkotnak.

Hasznosításuk: halászati. A vízgazdálkodáson belül öntözővíz-kivétel, víztározók (véstározók helyszínei). Gyékény/nád-gazdálkodás. A lehetséges fokgazdálkodás, holtág-hasznosítás helyszínei. Védelmüknél a vízbázis megóvása a cél, változó mélységük miatt érzékenyek a környezeti terhelésekre (kiemelt fontosságú élőhelyek). Fajok gazdagsága miatt flórája, faunája értékes. Tájképi meghatározó szerepet töltenek be. A természetes mélyedések (depressziók) a szóba jöhető véstározók kijelölt területei (a tervezett kb. 75 000 ha összterület kb. 25 000 ha hullámtérre esik). Az ökológiai jellegű gazdálkodás csak igen korlátozott – a vízvédelmi követel-

mények elsődlegessége mellett javasolható a vízhez kapcsolódó gazdasági, szigorúan környezetkímélő tevékenységek (halászat, nád-gazdálkodás, ökoturizmus stb.).

g) *Főgát (fővédvonal) rézsúje – a gát koronái:*

Viszonylag keskeny, enyhén lejtő sáv „speciális” élőhelyet jelent, amely vízügyi szempontból meghatározó jelentőségű – tekintettel arra, hogy a fővédvonal része, kezelése csak gyepként engedélyezett, tekintettel arra, hogy az árvízi fővédvonalat állandóan „tisztán” kell tartani, amely a rendszeres kaszálást, illetve legeltetést jelenti. Bár keskeny sávról van szó (rézsűszélesség a gát magasságától és esésétől, dőlésétől függ), hossza miatt van jelentősége az extenzív állattartásban. Mint állandó legelőterület, egész évben a vegetációs periódusban rendelkezésre áll (kivéve a szélsőséges árhullámok védekezésénél igénybe vett gátszakaszokat).

h) *A hullámterek hasznosításánál és a területükön elhelyezkedő biotóptípusoknál a következő jellegzetességek (általános törvényszerűségek) állapíthatók meg:*

- A hasznosítás sávonként (zónánként) differenciált (termőhelytípus függvényében).
- A mezőgazdasági/erdészeti hasznosítás adott zónában a vízügyi-árvízvédelmi okok miatt nem lehetséges (elsődlegesen a vízügyi szempontok).
- Az ökológiai szempontok érvényesítése a gazdálkodásban nem csak a hullámtér egészére, de a kapcsolódó mentett oldalakra is kötelező.
- A hullámtéri gazdálkodás gyakorlatilag az ártéri gazdálkodás szűkített, a fővédvonalak (főgátak) közé „zárt” helyszíne, ahol a gazdálkodás jellegzetes üzemszervezési és technikai korlátok között folyik.

Az árterek, ezen belül a hullámterek hosszú távú és fenntartható módon való hasznosítása körültekintő művelésiág-választást és agrotechnikát jelent. A kb. 300 000 ha kiterjedésű ártéri terület hasznosításánál a kb. 60 000 ha tiszai hullámtéren termelt biomasszáról nem mondhatnak le. A hullámtér, amelynek kiterjedését és hasznosítását műszaki, technikai korlátok határozzák meg, melyek kiterjedése néhány méteres sávtól a több kilométer széles „sávig” terjedhet (a folyó és a fővédvonal között), speciális üzemszervezési és területkezelési módszereket igényel.

Nemcsak a néhol előnytelen keskeny sáv-szerű elhelyezkedés a gazdálkodás gátja, hanem a gazdálkodás korlátainál már felsorolt vízborítás, „szűk” tenyésztő stb. is akadályai a gazdálkodásnak.

Kiemelt jelentőségű az összefüggő zöldfelület és a relatíve felszín közeli talajvizek, illetve nyílt vízfelületek helyi klímát kedvezően befolyásoló hatásai (relatív páratartalom-növekedés, evapotranszpiráció mérséklése, árnyékolás, borítottság, vízfelületi párolgás hűtő szerepe stb.).

Az „élhető” rekreációs terek, természetközeli biotópok hálózata egy értékesebb területhasználatot tesz lehetővé.

A hullámtéri hasznosításnál a termék-előállítás mellett legalább olyan döntő súlyú a

tájvédelmi, ezen belül a víz- és talajvédelmi, valamint ökoszociális funkció, amelyek biztosítják az ott élők (ha korlátozott mértékben is) megélhetését.

Gyakorlati és elméleti szempontból is a hullámterek termelési funkciókat, ökológiai funkciókat és társadalmi funkciókat töltenek be, mint pl. természetközeli táj, a táj megőrzése.

A hullámtéri fenntartható gazdálkodás bevezetésének nehézségei:

- Nedves biotóp miatt nagyobb a gombás fertőzésveszély.
- Magas talajvíz miatt gyökérfulladás, rothadás.
- A periodikus elárasztás miatt (jeges ár – február, zöldár – április, május, június eleje) a talaj-előkészítés, vetőágykészítés késhet – ebből adódóan rövid tenéyzidőszak.
- Magas szakképzettséget feltételez a hullámterek/árterek hasznosítása – biológiai ciklusok pontos ismerete.
- Szemléleti, megközelítésbeni változást igényel az úgynevezett hagyományos gazdálkodáshoz képest (ökológiai szemlélet hiánya általános).
- Igényli a speciális ártéri/hullámtéri új gazdálkodói szervezetek létrehozását, melynek célja a területek azonos módon való kezelése, a környezeti terhelések minimalizálása.
- Igényli az államilag vagy EU által finanszírozott támogatást, elsősorban az úgynevezett átállási időszakban.

Milyen előnyökkel járhat a hullámtéren folytatott fenntartható gazdálkodás:

- Rurális területek okszerű hasznosítása értékes kultúrákkal, hosszú távon (kitorrési pont a válsággal sújtott térségek-nél).
- A biodiverzitás biztosítása.
- A tájjelleg megőrzése.
- Klímajavító hatások erősítése.
- Kézi munka hasznos leköltése.
- Megélhetés nyújtása.
- Népeség helyhez kötése.

A VÁSÁRHELYI TERV EDDIG MEGVALÓSULT ÁRVÍZAPASZTÓ TÁROZÓIRÓL

Az ideiglenes tározórendszer a Tisza-völgyében – eredetileg 14 tározó kiépítésével – kb. 75 000 ha felülettel valósulna meg (8. ábra, 1. táblázat).

A továbbfejlesztett Vásárhelyi Terv tározórendszerének, valamint a holtágak revitalizációs programjának (amely része a tervnek) elsődleges célja *a lökesszerű árhullámok szétterítése és a víz helyben tartása (elrekesztése)* – amely köztudottan a Kárpát-medence június végétől aszályra hajló időjárásának enyhítésére szolgál. A terv vitathatatlan „előnye” a sokoldalú megközelítés, amelyben az árvízvédelem, a táj- és természetvédelem, a vízmegőrzés, a talajvízmelés és nem utolsósorban a klímajavítás mikro- és mezokörzet szinten egyaránt fontos szempontot képvisel.

A *klímajavítás funkció* közvetett és közvetlen módon is érvényesül; az árterek részbeni *vízutánpótlási és tározási kapacitása* révén *közvetlen* hatásként egy *természetközeli állapot* alakulhat ki (ártéri erdők, ligetek formájában), amely az egykori ártéri mozaik-szerű hasznosításnál jellemző volt.

A klíma-előrejelzések szerint a jelenlegi tendenciákat figyelembe véve 2050-re a magyar Alföld déli része a mai Szicília és Dél-Spanyolország (Andalúzia) szemiárid klímájához fog leginkább hasonlítani. Ez a baljós előrejelzés csak megerősíti azt a követelményt, hogy a Vásárhelyi Terv keretein belül a vizes élőhelyek részbeni „visszaállítása”, *talajvízszint-emeléssel legalább a Tisza menti árterületeken a krónikus vízhiányt mérsékeljék. A jelenlegi evapotranszpirációs értékek sem „szívderítőek” a 800-900 mm/éves értékekkel, illetve az ariditási indexek $1,5 \geq$ alakulásával.* Világos, hogy *egyre negatívabb irányú vízháztartással* – és főként a nyári félévben *tartós aszálykárral* (és 300 mm-nél kevesebb csapadékkal) *szükséges számolni.*

Ha még teljes mértékben ki is épül az ideiglenes tározórendszer – együtt a tájrehabilitációs programokkal, valamint az öntözési lehetőségek kihasználásával –, még ez esetben is az egykori árterek, vizes élőhelyek felét sem éri a klímajavító (természetes és mesterséges vízutánpótlást biztosító) beavatkozások. Ráadásul a tározóépítési projektek megvalósulása is késik.

Az eredeti terv alapján 2007-ig 6 tározónak kellett volna megépülnie (Cigánd-Tiszakarádi, Hanyi-Tisaszülyi, Tiszaroffi, Szamos-Kraszna közti, Nagykunsági és Nagykörűi tározó). Ebből megvalósult a Felső-Tiszán a Cigándi tározó és a Tiszaroffi tározó.

Az előzetes számítások alapján a tározórendszer kiépítése olcsóbb lesz – főként EU-s támogatással –, mint az 1998–2002 között árvízvédekezésre elköltött 130 milliárd Ft, tekintettel arra, hogy az árapasztó tározókra 50 milliárd Ft-ot, nagyvízi mederjavításra 15 milliárd Ft-ot, vidék- és infrastruktúrafejlesztésre 65 milliárd Ft-ot irányoztak elő minimum 25%-os uniós támogatással. Figyelembe véve, hogy a tervezett beavatkozások nemcsak „tűzoltó” jellegű, egyszempontú árvízi védekezésre vonatkoznak, hanem az átfogó környezeti-gazdálkodási-tájrehabilitációs feladatok megoldásával is foglalkoznak, a klímajavítást, illetve a területi vízháztartást alapvetően pozitívan befolyásolják.

Az árvízcsúcsok „lefáragása”, a víz szétterítése, tározása, az egykori árterek vízutánpótlásának biztosítása a Tisza mentén a jelenleginél jóval szélesebb ökológiai folyosót (hálózatrendszert) hoz létre, amelynek helyi páras mikroklimája, relatív magas talajvíze – amely a gyökérzóna közelében van – biztosítja a tenyész-, illetve vegetációs időszak egészére a megfelelő vízutánpótlást, illetve az üde zöldfelületek tartós állományát. Ez a megállapítás a természetközeli flórára és a speciális szempontú ártéri gazdálkodás min-taterületeire egyaránt igaz.

A befejezett Cigándi tározó (2008) 25 km², 94 millió m³ víz befogadására alkalmas, 13,3

8. ábra



Tervezett, épülő és megépült árvízi tározók a Tiszán

milliárd Ft-ba került. A Tiszaroffi tározó 23 km², 97 millió m³ befogadására készült, 8,6 milliárd Ft-ból.

Építés alatt a Hanyi-Tiszasülyi (11,5 milliárd Ft), a Nagykunsági (16 milliárd Ft), valamint a Szamos-Kraszna közti és a Beregi tározó (együtt 23 milliárd Ft). Természetközeli környezetet (nem beszélve a kedvező klímahatásról), zöldfelületek és a vízkészletek miatt kedvező mikroklimát alakítanak ki. Ezen 6 tározó együtt 55-56 cm-rel tudja az árhullámokat biztosan csökkenteni. Az árvízvédelem mellett nem utolsósorban a nagy vízfelületek helyes vízkormányzással öntözővíz, halgazdasági és rekreációs vízigényeket is kielégíthetnek.

A TERV SZERINTI VÉGSŐ KIÉPÍTETTSÉG ÉS VÁRHATÓ HATÁSAI

A Felső- és Közép-Tiszavidék területén 2013-ig 6 tározó megépítését tervezik, amelyből – mint említettük – a Cigándi és a Tiszaroffi már készen van. 1,5 milliárd m³ víz lesz tározható, amely a Tisza magyarországi szakaszán minimum 100 cm-es árhullámcsúcs-csökkenést garantál majd. Ez a tény nemcsak a Tisza-völgy lakosságának élet- és vagyonbiztonságát teszi lehetővé, hanem egy összefüggő, ökológiai szempontból természetközeli „biotópmozaiot” hoz létre, amely a tárolt víz és a rendszeres vízutánpótlás hatására állandó üde zöldfelületet biztosít. A teljes tározórendszer kiépítésével a Tisza medrétől mindkét oldalon legalább 15-20 km széles sávban várható a talajvizek megemelkedése, amely a gazdálkodás számára is előnyös a növényzet vízutánpótlásának biztosításával.

A várható hatások befolyásolják a területen folyó gazdálkodást, a művelésiág-változtatást (szántó helyett rét, erdő); az ár- és hullámterek differenciált hasznosítását a vízborítottság függvényében (lásd mélyárter, magasárter); a tájrehabilitációt – galéria-erdők kialakítása, illetve véderdő-telepítés a

műszaki létesítmények védelme érdekében (jégkarak, hordalékok ellen).

A tározórendszer kiépülésével – hasonlóan a Tisza-tó pozitív ökológiai hatásaihoz – a következők várhatók:

- A „vízgazdagabb” felszíni és felszín alatti (talajban tárolt) készletek egy biztosabb természettest tesznek lehetővé, illetve az állandó vízutánpótlás miatt üde természetközeli vegetáció alakulhat ki.
- A gazdagabb flóra és egy differenciált, fenntartható gazdálkodás esetén a kisebb háttérterhelésű környezetből adódóan változatosabb biotóphálózat, illetve biodiverzitás alakul(hat) ki.
- A kedvezőbb vízelosztás (vízkormányzás) vagyon- és létbiztonságot teremt másfél millió embernek és javainak.
- A Tisza völgyében is érzékelhető lesz a klímajavító hatás, az aszályveszély az érintett térségekben megszűnik, sőt, értékes (a Tisza-tóhoz hasonlóan) vizes élőhelyek alakul(hat)nak ki.

A Tisza-völgy vízháztartásának, közvetetten a régió klímájának előnyös változásához még hozzájárul a Vásárhelyi Tervben nem szereplő, de az Alföldet, főként a Duna–Tisza közét érintő, pontosabban az azt átszelő Duna–Tisza-csatorna terve. Az ott kiépülő mesterséges tározókkal együtt (amelyek igaz, elsősorban a hajózást szolgálják) vízkivételi lehetőséget biztosít, és a mederszivárgás miatt a talajvízpótlásra is lehetőséget ad.

A világhírű *Mosonyi Emil* professzor javaslatai a tiszalöki, békésszentandrásai és a kiskörei duzzasztóművekkel éppen az ország legszárazabb vidékét mentették meg a teljes kiszáradástól. Javaslatában a Tisza-völgy teljes körű hasznosítása szerepel a vásárosnaményi, dombrádi, csongrádi vízlépcsővel és a tiszalpäri tározótó létesítésével együtt. E tényeket csak azért soroltuk fel, mert az Alföld-régió aszályérzékeny, lesüllyedt talajvizű, tározói kapacitások nélküli jelenlegi állapota intő jel. A teljes körű, a régióra kiterjedő hatások a nem utópiaszerű Duna–Tisza-csatorna és a hozzá kiépülő öntözőfür-

1. táblázat

A vizsgált árvízi véstározók adatai

Megnevezés	Terület km ²	Tározott vízmennyiség M m ³	Földmunka M m ³	Költség M Ft	Költség/víz mutató Ft/m ³
Felső-Túri	5,7	9,5	0,35	900	95
Beregi öblözet	106,0	310,0	6,50	25 044	81
Szamosközi	54,5	102,0	0,85	3 308	32
Szamos-Kraszna közí (Szamos)	58,4	100,0	0,50	2 099	21
<i>Ronyvazugi</i>	<i>átfolyásos 300m³/s</i>		<i>0,10</i>	<i>420</i>	<i>(-)</i>
Bodrogzugi	38,0	133,0	3,30	11 932	90
Zagyva-Tarna (6 tározó)	50,0	45,5	0,04	567	12
Inérháti	42,0	120,0	0,20	1 560	13
Dél-Borsodi	131,0	170,0	1,40	6 990	41
Tiszacsegei	58,0	156,0	2,20	8 986	58
Hortobágy középső	61,8	155,5	1,65	6 145	40
Cserőkői	19,8	59,0	1,30	4 788	81
Tiszanánai	37,5	109,0	2,10	7 784	71
Nagykunsági	45,0	140,0	1,00	3 927	28
Hanyi-Jászsági	60,0	24,0	1,80	6 755	33
Hanyi-Tisasülyi	57,0	219,5	3,30	11 990	55
<i>Nagyiváni-Sarkadéri</i>	<i>89,1</i>	<i>74,1</i>	<i>0,10</i>	<i>351,2</i>	<i>5</i>
Ecsegfalvi	41,6	20,8	0,10	406	20
Alpári	44,5	142,0	1,60	6 011	42
Tisza-Köröszug	71,0	300,0	1,10	4 290	14
Ér-menti (Berettyó, Ér)	10,5	14,0	(-)	50	4
Kutas (Berettyó)	26,0	36,5	0,10	405,5	11
Halaspusztai (Körös, Berettyó)	21,8	50,0	(-)	50	1
<i>Mályvádi (Körös)</i>	<i>36,9</i>	<i>75,0</i>	<i>kiepített</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Kisdelta (Körös)</i>	<i>5,8</i>	<i>26,0</i>	<i>kiepített</i>	<i>15</i>	<i>1</i>
Nagydelta (Körös)	24,3	92,0	0,60	3 170	34
Hosszúfoki (Körös)	107,0	130,0	1,20	5 183	40
<i>Mérgesi (Körös)</i>	<i>19,0</i>	<i>70,0</i>	<i>kiepített</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Szegedi	70,0	206,5	0,40	1 700	8
Összesen:	1392,2	3269,9	31,69	118 822,5	36

tökkel, a jelenlegi kapacitások bevonásával oldhatók csak meg.

A „klímajavítás” az Alföld-régióban csak együttesen a tiszai véstározók és állandó tározók, valamint a hozzájuk kapcsolódó öntözőfűrtök beüzemelésével oldható meg. A talajvízszint emelése, a helyi ökoszisztéma-rendszerek láncolatszerű (ökológiai folyosóként) felfogható hullámtérbővítéssel és

az ártéri fokgazdálkodás újraindításával, átfogó tájrehabilitációval hajtható végre.

Tisztában kell azonban lenni azokkal a korlátokkal, amelyeket az EU Víz Keretirányelve, a Natura 2000 területekre vonatkozó területhasználati előírások, a WWF biotóphasznosítást szabályzó követelése, a hajózás szempontjai és a területhasználók, a tulajdonosok érdekei jelentenek.

9. ábra

A Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése című kormányprogram SWOT elemzése

ERŐSSÉGEK	GYENGESÉGEK
<ul style="list-style-type: none"> • Tartós árvízveszély megszüntetése (maximum árvízcsúcsok csökkentése) • Átfogó ökológiai szempontokat is figyelembe vevő tájhasználat • Alkalmazkodó ár- és hullámtéri gazdálkodás • Új és kiterjedt hullámtér – felszíni és felszín alatti vízutánpótlás biztosításával • „Üde” mezo- és mikroklíma kialakulása az érintett területeken • Olcsóbb, mint a gátépítés, jóval több előnnyel • Biodiverzitás növelése (természetes táj megőrzése, tájrehabilitáció) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kisajátítás módszerei • Beruházás vonatottsága (minimum 3 éves késés) • Ellentmondás a kitisztított hullámtér és a biodiverzitás biztosítása között • Infrastrukturális beruházások elhagyása • Lakosság tájékoztatlansága (információátadás, meggyőzés stb.) • Össztársadalmi érdekek gyenge kihangsúlyozása • Egyéni motiváció hiánya
LEHETŐSÉGEK	VESZÉLYEK
<ul style="list-style-type: none"> • Tartós tájhasználatváltás, fenntartható gazdálkodásra való áttérés • Irányított vízkormányzás, tárolás (kiegyenlített vízháztartás) • Öntözés fejlesztése • Fokgazdálkodás felújítása, korszerű alkalmazása • A klímajavítás lehetőségeit hordozó tájhasznosítás és gazdálkodás 	<ul style="list-style-type: none"> • Tájhasználati módok helytelen megválasztása • Támogatási rendszer garantálása a terület-használók felé • EU-s források „elapadása” • Kiegészítő beruházások elmaradása (szennyvíztisztítók)

A Tisza-völgyben a klímaváltozás „szárazulás” irányába való eltolódása biztosan várható. Ez nemcsak a mező-erdőgazdaságot érinti, hanem a szélsőséges csapadék, illetve az ebből „eredő” árhullámok a környezetet, a nemzetbiztonságot is veszélyeztetik. E tényezőkből, illetve jelenségekből adó-

dóan „többszörösen” is indokolt és sürgető a minimum 12, maximum 14 ideiglenes és a tiszaaipari állandó tározó kiépítése, amely beruházások megközelítik a régió „szárazulásának” (mikroklíma-javításának) megoldását (9. ábra).

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) ÁNGYÁN J. – MENYHÁRT Z. (1997): Alkalmazkodó növénytermesztés, ésszerű környezetgazdálkodás. Szaktudás Kiadó, Budapest (2) ANTAL J. (2000): Növénytermesztők zsebkönyve. Falugazdász könyvek, Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest (3) BORHIDY A. (2003): Magyarország növénytársulásai. Akadémiai Kiadó, Budapest (4) DEZSÉNY Z. (2004): A Tisza hullámtereinek agroökológiai és gazdálkodási vonatkozásai az ökológiai gazdálkodás szempontjából. Tanulmány. Budapest (5) DORGAI L. ET AL. (2003): Ökológiai Gazdálkodás. (Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése 1/b. ütem) Budapest (6) DORGAI L. ET AL. (2004): A Tiszai nagyvízmeder vízállóképességének javítására szolgáló megvalósítási terv I. üteme, tervezési feladatai. Munkaanyag (7) FEHÉR A. (2000): Tisza-vidék kutatás-fejlesztési program 2000. Mezőgazdasági alprogram – Kompolt (8) GREENLAND, D.J. – SZABOLCS I. (1992): Soil resilience and sustainable land use. CAB International Wallingford, OX.UK (9) KISS A. ET AL. (2000): Tisza-vidék kutatási-fejlesztési program 2000. A Tisza menti települések és kistérsé-

gek komplex helyzetértékelése. MTA RKKI ATI – Kecskemét (10) KISSNÉ B. E. (2001): Az ökögazdálkodás szabályozási rendszere. AKII, Budapest (11) KISSNÉ B. E. (2002): Az osztrák csatlakozási modell tapasztalatai. AKII, Budapest (12) LÁNG I. (1981): Magyarország agro-ökológiai potenciálja. MTA Kiadó, Budapest (13) MAGDA R. – SZÜCS I. (2002): Új irányelvek a földhasznosításban. Agroinform, Budapest (14) MEZEI O.-NÉ (2001): Biodinamikus kertgazdálkodás. Biogazda Kiskönyvtár, Budapest (15) SÁRKÖZY P. (1993): Az ökológiai gazdálkodás lehetőségei és korlátai. Biokultúra Egyesület, Budapest (16) SOMLYÓDI L. – HOCK B. (2000): Vízminőség és szabályozása. Magyarország az ezredforduló után. (A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései) VITUKI–BME, Budapest (17) STEPHEN, H. G. (2000): Agroecology. Lewis Publishers New York, Washington D.C. (18) SWEITZER F. (2003): Folyóink hullámterének fejlődése, kapcsolatuk az árvizekkel és az árvízvédelmi rendszerekkel. Tisza és Vízrendszere. MTA, Budapest (19) A Tisza és vízrendszere I-II. MTA, Budapest, 2003 (20) A Tisza térség vidékfejlesztési koncepciójának és területrendezési tervének megalapozása. Egyeztetési anyag. FVM-KTM, Budapest, 2003 (21) A Tisza vidék problémái és fejlesztési lehetőségei. Zárójelentés. RKKI – Kecskemét, 2001 (22) A Vásárhelyi Terv továbbfejlesztése (sajtóanyag) KTM, Budapest, 2003 (23) A vetőmag születése. MTA–MGKI Martonvásár, Agroinform, Budapest, 2004 (24) Az Európai Unió Agrárgazdasága 2003/VIII.évf. 5. sz. (25) Biogazda I. Az árutermelő biogazdálkodás alapja. Budapest, 1993 (26) Biogazda II. A szántóföldi és kertészeti növénytermelés. Leben und Umwelt alapítvány – Biokultúra Egyesület, Budapest, 1994 (27) Kiegészítés az EU Agrárpolitikájának átalakításáról. Az EU Agrárgazdasága 2003/VIII.9-10. (28) VIZITERV – Consult Kft. (2002): A Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése természetközeli állapot rehabilitációjának vizsgálata. KvVM, Budapest (29) VITUKI kutatások (1998): Tisza völgyi árvizek múltban és jövőben. Budapest

AZ IDŐJÁRÁS HATÁSAI A KÉK VÉRCSE (FALCO VESPERTINUS) FÉSZEKALJMÉRETÉRE

FEHÉRVÁRI PÉTER – LÁZÁR BENCE – PALATITZ PÉTER – SOLT SZABOLCS –
KOTYMÁN LÁSZLÓ – HARNOS ANDREA

Kulcsszavak: időjárás, fészekaljméret, random forest, bayesi módszerek,
Falco vespertinus.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az elmúlt évtizedekben egyre jelentősebb éghajlati változások tapasztalhatók, melyek biológiai rendszerekre való hatása is kimutatható, például a populációk jellemzőire. Az összefüggések feltárása nagyban hozzájárulhat egy faj eredményes konzervációjához. A jelen vizsgálatban arra kerestük a választ, hogy különböző lokális időjárási paraméterek hogyan hatnak vizsgálatunk modellállatára, a kék vércsére (*Falco vespertinus*), közelebbről hogy az időjárási változók hogyan hatnak a kék vércsék fészekaljméretére.

Az elemzésekben a márciusi átlaghőmérséklet és a kék vércsék fészekaljmérete között pozitív összefüggést találtunk. A kék vércsék április második felében érkeznek meg hazánkba, így ez a változó nem a vércsére gyakorolt direkt hatást méri, hanem feltételezéseink szerint a táplálékkínálaton keresztül fejti ki hatását. Márciusban az átlagosnál alacsonyabb hőmérséklet negatívan hat a kék vércsék fő táplálékforrásainak életmenetére, mivel azok később kezdik meg tavaszi aktív periódusukat. Ennek következtében a vércsék számára a költési időszak elején kevesebb a rendelkezésre álló táplálék, a madarak induló kondíciója pedig rosszabb. Csökken a költésbe fektethető energia, amely végső soron együtt jár a fészekaljméret csökkenésével is.

A vizsgálat alapján a második legnagyobb hatóerejű időjárási változó az áprilisi csapadékos napok száma. Ebben az esetben negatív összefüggést tártunk fel. Feltételezzük a kapott eredményeink alapján, hogy ha áprilisban az átlagosnál több az esős nap, az a költéskezdés eltolásán, a rendelkezésre álló vadászterületek csökkenésén, valamint a zsákmány rosszabb detektálhatóságán keresztül csökkenti a kék vércsék fészekaljméretét.

Harmadik legfontosabb hatásnak a táplálékkínálat alakulása bizonyult. Eredményeink szerint a pocok-gradációs éveknek pozitív hatása lehet a kék vércsék fészekaljméretére. Mivel a kék vércse prédaállatai közül a mezei pocok a legnagyobb átlagos testtömegű, tömegesen is előforduló faj, gradációja közvetlenül is befolyásolhatja a kék vércsék kondícióját, így a fészekaljméretet és végső soron a költést is.

Önmagában az, hogy két időjárási változó hatással lehet egy madárfaj reprodukciós befektetésére, felhívja a figyelmet a klíma hatásának fontosságára a Kárpát-medence ökológiai viszonyainak alakulásában.

BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedekben tapasztalt egyre jelentősebb éghajlati változások egy részének a biológiai rendszerekre való tényleges hatása is kimutatható (Walther et al., 2002; Root et al., 2003; Both et al., 2006; Parmesan, 2006). Az egyes időjárási paramétereknek közvetlenül és közvetve is jelentős befolyásoló szerepe lehet a madarak szaporodására, ezek a komponensek gyakran egymáson keresztül, szinergista és antagonistán módon hatnak (Rodríguez – Bustamante, 2003; McDonald et al., 2004; Morrison et al., 2007).

A lokális időjárásnak közvetlen hatása lehet, hogy a költéskezdekori uralkodó kedvezőtlen körülmények negatívan befolyásolják a tojók testtömeg-növekedését. A testtömeg-gyarapodás a költés elkezdésének elsődleges feltétele (Newton, 1998), ezért szuboptimális körülmények között a madarak fészkelése későbbre tolódhat. A költés időpontjának – legalábbis egyes ragadozó fajoknál – fontos hatása van a fitneszre, mivel az előző évi szaporulatból csak a korán kikelt hímek kezdenek már a következő évben költeni (Smallwood – Smallwood, 1998). A csapadékviszonyok alakulása közvetlenül is befolyásolja a madarak életét. Számos fajnál kimutatható, hogy a költési időszakban gyakori esőzések miatt a költéskezdek későbbre tolódnak, csökken a fészkaljméret (maximális lerakott tojásszám), és végső soron csökken a költési siker (Rodríguez – Bustamante, 2003; Morrison et al., 2007). A gyakori heves, felhőszakadás-szerű esőzések nemcsak a szaporodási sikerre, de a madarak túlélésére is negatív hatással vannak (McDonald et al., 2004), továbbá a téli csapadékmennyiség növekedése is csökkentheti a költési sikert, illetve a túlélést (Rodríguez – Bustamante, 2003). A hőmérsékletnek is komoly szerepe lehet egyes fajok populációdinamikájának szabályozásában. Adott esetben a költéshez optimális hőmérsékletű időszak meghatározó, minél későbbre tolódik a megfelelő időszak, annál kevesebb fiókát tudnak

felnevelni a költőpárok (Moss et al., 2001). A magasabb évi átlagos minimumhőmérsékletnek pozitív hatása lehet a fészkekfoglalás időpontjára (Rodríguez – Bustamante, 2003), míg az átlagosnál hidegebb téli hőmérséklet és a nagyobb hóborítottság eredményezheti a költőpárok számának csökkenését (Kostrzewa – Kostrzewa, 1991). A megszokottnál alacsonyabb átlaghőmérséklet a tojásrakás előtti időszakban csökkentheti a populációban mért kelési sikert, és ezen keresztül a kikelt fiókák átlagos számát is, mely a szülő madarak magas dezertálási arányával magyarázható (Sergio, 2003).

Az időjárás közvetett hatása a táplálék-kínálaton keresztül is jelentkezhet. A préda taxonok magasabb abundanciájának következtében a költőpárok száma (Kostrzewa – Kostrzewa, 1991), valamint egyes fajok esetében a reprodukтивitás (Steenhof et al., 1999) is növekedhet. A költőterület táplálékkínálata és elérhetősége a madarak fizikai kondíciójának fő alakítója, így azt is meghatározhatja, hogy a tojó madár milyen mennyiségű és minőségű tojást képes lerakni.

Vonuló fajok esetében azonban nemcsak a fészkelőhely időjárási paraméterei, hanem a telelőhely is befolyásolhatja a költést. Például a kedvező körülmények között telelő példányok jelentős zsírtöbbletet képesek felhalmozni (Greenberg – Marra, 2005), így korábbra időzíthetik vonulásukat, és hatékonyabban is vonulnak. Az ily módon hamarabb érkező példányok korábban és jobb territóriumokon kolthetnek, melynek eredményeként több fiókát képesek kirepíteni (Norris et al., 2004).

A sólyomfélék családjába (*Falconidae*) tartozó kék vércse (*Falco vespertinus*) – a jelen vizsgálat modellállata – térségünk egyetlen természetesen is telepesen költő, kis testű ragadozómadár-faja. Hazánkban fokozottan védett faj, az IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) vörös listája a csaknem veszélyeztetett kategóriába sorolja (www.falconproject.hu), az Európai Unió Madárvédelmi Irányelvének első függelékében (Annex I) kapott helyet. A kék vércse

obligát vonuló, a telet Afrika Egyenlítőtől délre eső területein – a hazai populáció elsősorban Angolában, Namíbiában és Botswanában – tölti (Csörgő *et al.*, 2009). Költőterülete Közép-Kelet-Európától egészen a Bajkál-tó vonaláig húzódik (Del Hoyo, 1994). Európán belül nagyobb fészkelő állománya csak Magyarországon, Romániában, Szerbiában, Ukrajnában és Oroszországban alakult ki, így hazánk tekinthető a faj nyugati elterjedési határának (Palatitz *et al.*, 2010). A kék vércsék a sólyomfélékhez hasonlóan nem építenek fészket, helyette más fajok fészkeit foglalják el költésük során (Ferguson-Lees *et al.*, 2001). A kék vércsék mind telepes, mind szoliter módon költhetnek (Haraszthy – Bagyu-*ra*, 1993) (általában több költőpár együttes fészkelése jellemző, míg ritkább esetekben előfordul, hogy csak egy pár költ egy magányos fészekben). Jelentősebb természetes kolóniáik a vetési varjak (*Corvus frugilegus*) telepein alakulnak ki (Horváth, 1964; Purger – Tepavcevic, 1999). Szoliter fészkelőik megtalálhatók a szarka (*Pica pica*), dolmányos varjú (*Corvus cornix*) és az egerészölyv (*Buteo buteo*) gallyfészkeiben, de alkalmanként odvas fákból is. Megfelelő élőhelyen kihelyezett mesterséges fészkeket is elfoglalnak (Kotymán, 2001). A kék vércse általában 2–5 tojást rak, fészkelője évenként változó időpontban – május elejétől június elejéig – válik teljessé (Del Hoyo, 1994). Főként rovarokkal táplálkozik, leggyakoribb táplálékállatai az egyenesszárnyúak (*Orthoptera*). A fiókáknak behordott táplálékfajok közül a biomassza mennyisége alapján a mezei pocok (*Microtus arvalis*) (Keve – Szijj, 1957; Haraszthy *et al.*, 1994) és a barna ásobéka (*Pelobates fuscus*) is kiemelkedik (Haraszthy, 1996).

Jelen vizsgálatban arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a kék vércsék fészkaljméretét milyen környezeti tényezők befolyásolják, és ezek hol és hogyan hatnak a madarak élete során. Szűkebb vizsgálati kérdésünk, hogy a költőterület lokális időjárási paraméterei hogyan befolyásolják a vércsék fészkaljméretét. Fészkaljméret alatt a madarak maximális lerakott tojásszámát értjük,

függetlenül attól, hogy kelt-e ki belőle fióka. Azért ezt a változót használtuk, mert így vizsgálható legjobban a vércsék szaporodási befektetése, vagyis ezen keresztül láthatjuk, mennyi forrás állt a madarak rendelkezésére az adott költési időszak kezdetén. Ezen kívül a lerakott tojások száma elsődlegesen limitálja a madarak lehetséges utódszámát, mely végső soron a populáció dinamikájának egyik fő alakítója.

ANYAG ÉS MÓDSZEREK

Mintaterület és a kék vércse állománya

A feldolgozott adatok a Vásárhelyi-pusztáról származnak, ez a terület Magyarország délkeleti régiójában, a Tiszántúlon helyezkedik el (46°28'16"N, 20°36'17"E). A vizsgálatban három nevesebb kékvércse-telep és az azokat körülvevő szoliter költőpárok adatai szerepelnek, melyek a Kardoskúti Fehér-tó tágabb környezetében helyezkednek el. A tájegység 1966 óta természetvédelmi terület, 1997 óta a Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatósága (KMNPI) kezeli (<http://kmnp.nemzetipark.gov.hu/>). Jellemzően szikes pusztai típusú élőhely, viszonylag egyedi mikroklimával. A Vásárhelyi-pusztákon az 1995. évet megelőző időszakból rendszeres kékvércse-költésről nincs tudomásunk (Sterbetz, 1977). Ebben az időszakban a költő varjak jelenléte egyáltalán nem volt jellemző a területre, így feltehetően az alkalmas fészkelőhely hiánya akadályozta meg a faj stabil megtelepedését. 1995-ben került sor az első mesterséges fészkelő ládák természetvédelmi célú telepítésére (Kotymán, 2001). Az azóta folyamatosan végzett telepítések és pótlások eredményeképpen a ládák száma 200 fölött van, három nagy műfészkelepet és számos szoliter fészkelőhelyet alkotva. A kezdeti évek alig néhány párt számláló kékvércse-állománya a vizsgálati időszak utolsó éveiben a 102 párt is elérte.

A fészkelési adatok gyűjtése az 1995–1997 közötti periódusban évente 2–7 alkalommal

történt, 1998 és 2005 között pedig jellemzően 5–15 ellenőrzés zajlott évente. „A kék vércse védelme a Pannon-régióban” elnevezésű LIFE projekt időtartama alatt (2006–2009) ez a szám 24–42 közé tehető. Fontos hangsúlyozni, hogy ezek az adatok az egy évben fészekellenőrzéssel töltött napok számára értendők, így nem feltétlenül az összes ládára vonatkozó ellenőrzések számát jelentik. A fészekellenőrzések során minden esetben rögzítésre került a dátum, a láda fészekazonosító száma, a költőhely típusa, állapota és – attól függően, hogy a költési időszak melyik periódusában történt az ellenőrzés – a foglalt pár faja, a tojások vagy a fiókák száma, továbbá a fiókák becsült kora is.

Jelen vizsgálat elemzéseiben az 1998 és 2008 közötti időszakból, összesen 507 kékvércse-pár költési eredményeit használtuk. A korábbi évekből – a költő vércsepárok alacsony száma miatt – nem áll rendelkezésre elég adat az átlagos fészekaljméret becsüléséhez.

Időjárási és egyéb adatok

A vizsgálat során használt meteorológiai adatok több forrásból származnak. Az 1998–2008 közti időszakból rendelkezésünkre álltak Szegedről, Békéscsabáról és Orosházáról a napi minimum-, maximum- és átlaghőmérséklet, valamint a napi csapadék- és szélsősebesség-mérési adatok az *Országos Meteorológiai Szolgálat* (OMSZ) jóvoltából. Ugyanebből az időszakból hozzáférésünk volt továbbá az *Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság* (ATIKÖVIZIG) által mért lokális csapadékadatokhoz Békéssámsón, Székkutas és Kardoskút településekről.

Az elemzésekhez származtatott időjárási változókat képeztünk. Az őszi és téli periódus jellemzésére összevontan kezeltük az októberi, novemberi, decemberi, januári és februári adatokat. Kiszámítottuk évenként ezen hónapok összesített csapadékmennyiségét (milliméterben), valamint az erre az időszakra jellemző átlagos minimumhőmér-

sékleteket. Az őszi-téli időjárást jellemző változókként használtuk továbbá a 0 °C-nál alacsonyabb hőmérsékletű napok számát, valamint a csapadékos napok számát. Míg a téli időszakra vonatkozóan elégségesnek ítéltük ezen változók használatát, a tavaszi időjárás vizsgálatánál fontos volt, hogy részletesebb betekintést nyerhessünk a változásokba, így havi bontásban elemeztük a március, április és május hónapokat. Mindhárom hónap esetében három változót határoztunk meg az időszak jellemzésére. Vizsgáltuk az összcsapadék-mennyiséget milliméterben, a havi átlaghőmérsékletet és a csapadékos napok számát.

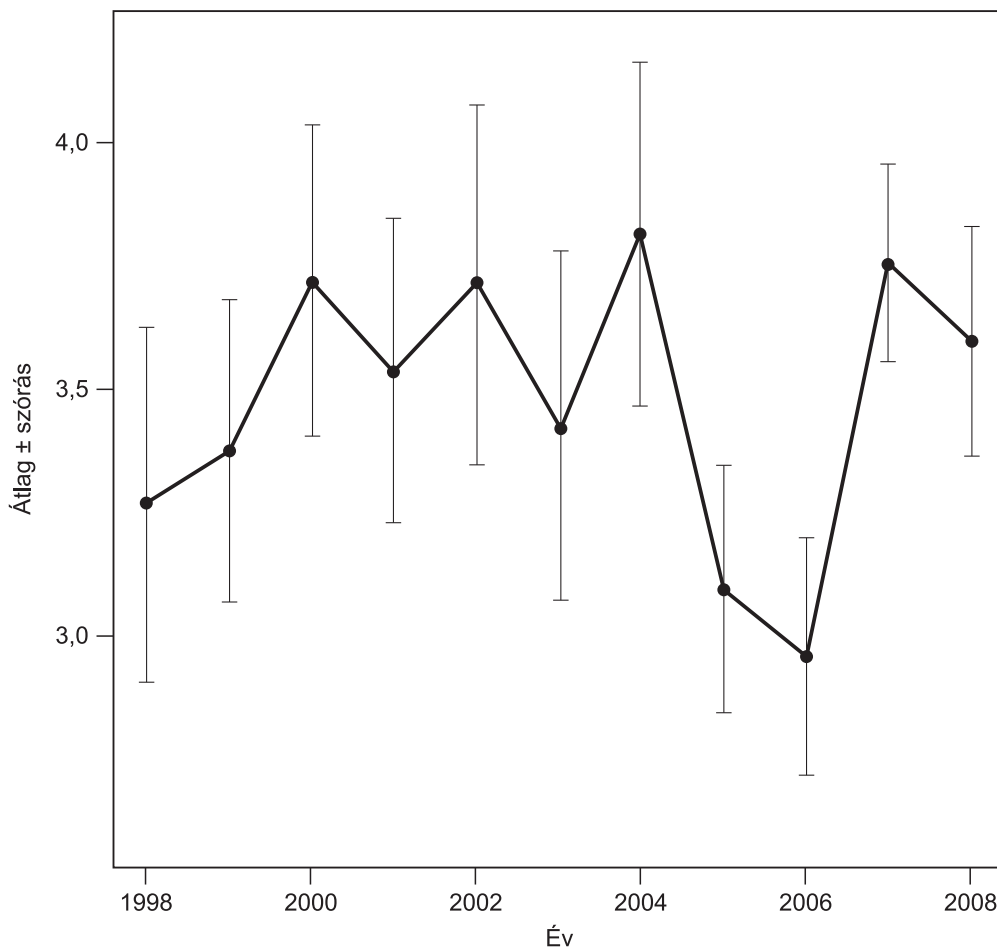
Elemzéseink során arra kerestük a választ, hogy az átlagostól eltérő időjárás hogyan befolyásolja a fészekaljméretet. E célból a fenti változókat kategorizáltuk – alacsony (1), átlagos (2), magas (3) – és a továbbiakban így, származtatott változóként használtuk ezeket.

A kék vércsék egyik fő gerinces táplálékforrása a mezei pocok (*Microtus arvalis*) (Haraszthy et al., 1994). Mennyiségi viszonyainak alakulása nagyban befolyásolhatja az egyes ragadozómadár-fajok állományait és költési sikerét (Wiehn – Korpimäki, 1997), ezért fontosnak tartottuk önálló tényezőként való vizsgálatát. A pockok pontos mennyiségi viszonyainak alakulására vonatkozóan azonban nem álltak rendelkezésünkre adatok. Ismert volt azonban, hogy melyik évben tapasztaltak extrém pocok-gradációkat (Kotymán László pers. comm.), így az elemzések során ezt az információt (van-nincs) is változóként használtuk fel.

Statisztikai módszerek

Az átlagos évenkénti kék vércse fészekaljméret becslése. Az átlagos fészekaljméretet bayesi módszerekkel becsültük (McCarthy, 2007a). Prior eloszlásként az [1,5] intervallumon egyenletes eloszlást használtunk. Feltételeztük, hogy a fészekaljméret Poisson-eloszlású, melynek paramétere éppen az átlagos fészekaljméret. A posterior eloszlást

1. ábra



Becsült átlagos fészekalméret, azaz a Poisson-eloszlás lambda paramétere

MCMC módszerrel határoztuk meg (Lunn *et al.*, 2000a; McCarthy, 2007b; Stauffer, 2008; Ntizoufras, 2009).

Klasszifikálás. A fészekalméretet befolyásoló változókat egy klasszifikációs módszerrel (random forest) válogattuk ki (Breiman, 2001).

A random forest egy olyan, az utóbbi időben széles körben elterjedt klasszifikációs módszer, amit kis mintaszámokon megfigyelt rengeteg, akár több ezer változó esetén

használnak, és hatékonyan képes a változók szerepének becslésére (Svetnik *et al.*, 2003).

A random forest (véletlen erdő) neve beszédes: a módszer tulajdonképpen mind a változókból, mind a megfigyelésekből bootstrap mintákat (visszatevése mint a mintából) képez, amelyekre döntési fákat illeszt. A klasszifikációs döntési fa egy olyan többváltozós statisztikai módszer, ahol nincs előre kitalált modell, a fa építéskor az algoritmus rekurzív módon a megfigyeléseket

egy fa ágaira osztja szét a predikciók pontosságának növelése érdekében (Faraway, 2006). A változók klasszifikációs szerepére minden egyes növesztett fa „szavaz”. A random forest egyik hatalmas előnye, hogy képes becsülni az egyes változók fontosságát (Variable Importance Measure vagy VIM) (Archer – Kimes, 2008).

Jelen vizsgálat esetében a megfigyelt 11 évnyi kék vércse fészekaljméret meglehetősen kis mintaszámot képvisel, ezért a random forest jó választásnak tűnik a sok környezeti változó szerepének meghatározására.

A statisztikai elemzésekhez az R 2.9.0. verzióját, és a party, Rcmdr, epitools, Brugs és R2WinBUGS csomagokat (R Development Core Team, 2009), a bayesi modellekhez a WinBUGS 1.4 programot használtuk (Lunn et al., 2000b).

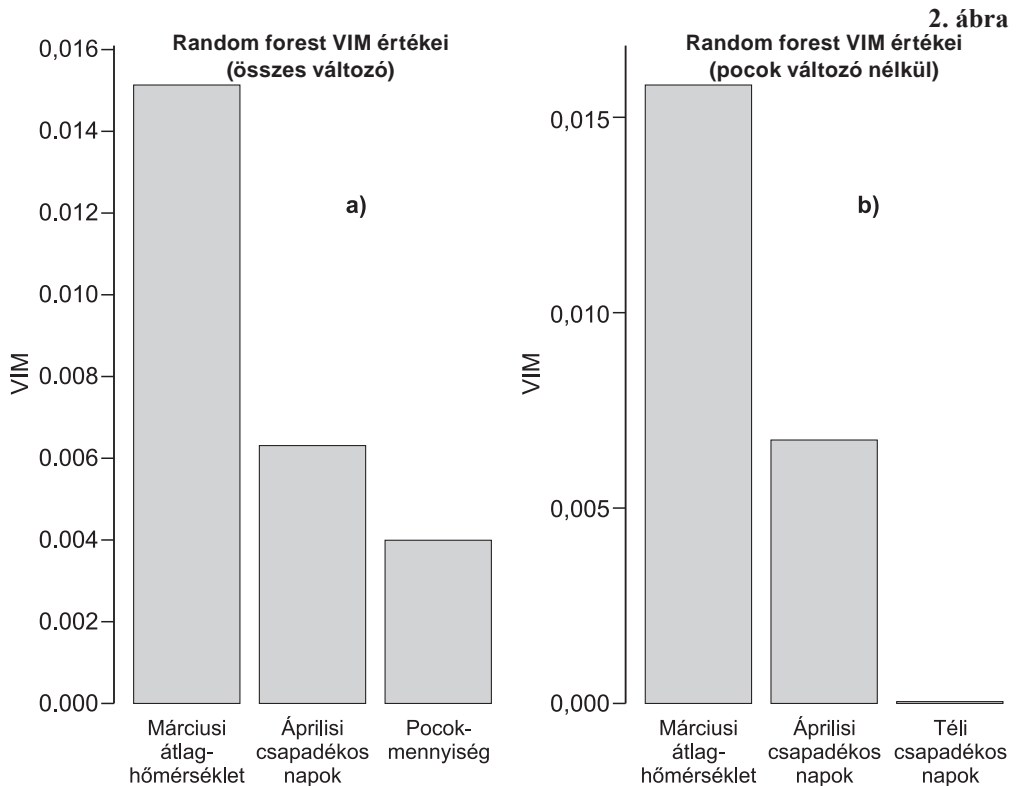
EREDMÉNYEK

A fészekaljméret

A becsült éves átlagos fészekaljméret az 1. ábrán látható. Jelentős eltérések mutatkoznak az egyes évek fészekaljméreteinek becslései között, a legalacsonyabb 2,962, a legmagasabb pedig 3,813 értéket vesz fel.

A releváns változók meghatározása

A releváns változók meghatározására két random forest elemzést végeztük. Az egyikben az időjárási változók, valamint a pockok mennyiségére vonatkozó adatok is szerepeltek, míg a másiktól az utóbbi információkat kihagytuk. A pockok mennyiségére vonatkozó adatok ugyan nem elég pontosak, mégis



A random forest elemzés eredményei

fontosnak tartottuk megvizsgálni, milyen hatással van a vércsék költésére, ha az adott évben a területen sok a táplálék. A második elemzésre azért volt szükség, hogy lássuk, a pockok számának hatása nélkül melyik időjárási változó befolyásoló szerepe változik. Az eredmények értékelése során az első három legrelevánsabb változót vizsgáltuk. Mindkét elemzés esetében a márciusi átlaghőmérséklet, valamint az áprilisi csapadékos napok száma bizonyult a legnagyobb hatásúnak. Az összes változóval futtatott esetben a harmadik releváns változó a pockok mennyisége volt, míg a második random forest elemzés során a két, már említett változón kívül (márciusi átlaghőmérséklet és áprilisi csapadékos napok száma) a többinek nem volt jelentős hatása (2. ábra).

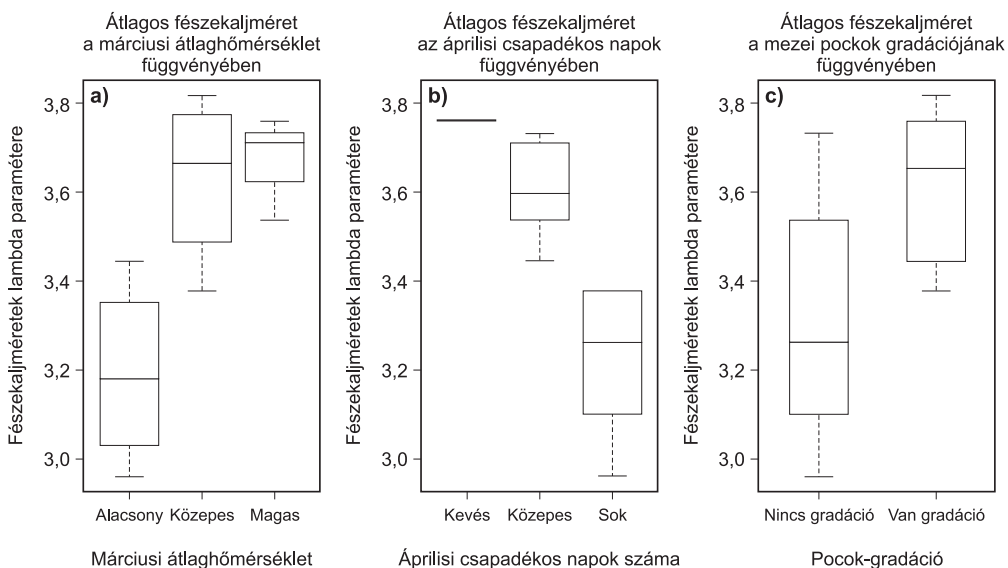
A 2. ábrán a két random forest VIM becslési eredményei láthatók. Az a) ábra szemlélteti az összes változóra lefutott, míg a

b) ábra a pockok mennyiségét jellemző változó kihagyásával készült modellt. Az y tengelyen a VIM értékei láthatók, ami a változó fontosságát becsli.

A random forest elemzés által három legrelevánsabbnak ítélt változót az alábbi boxplotokon ábrázoltuk (3. ábra).

A márciusi átlaghőmérséklet és a fészekaljméret között pozitív összefüggés valószínűsíthető (3/a. ábra). Az eredmények alapján negatív kapcsolatot feltételezhetünk az áprilisi csapadékos napok száma és az átlagos fészekaljméret között (3/b. ábra); minél több az esős nap április hónapban, annál kisebb az adott évre jellemző átlagos fészekaljméret a vizsgált populációban. A pockok mennyisége jelen vizsgálat adatai alapján pozitív összefüggést mutat a fészekaljmérettel (3/c. ábra), tehát valószínűsíthetően minél több pocok van a költési időszak kezdetén, annál nagyobb a fészekaljméret.

3. ábra



Az átlagos fészekaljméret (lambda paraméter) a márciusi átlaghőmérséklet (a), az áprilisi csapadékos napok száma (b) és a pocok-gradáció (c) függvényében

DISZKUSSZIÓ

Az időjárás és a táplálékkínálat azon fő tényezők közé tartoznak, melyek nagy hatással vannak az élőlények Földön való előfordulására és eloszlására (Rodríguez – Bustamante, 2003). Az időjárás befolyásolhatja a túlélést, a reprodukciót és a demográfia szabályozásán keresztül azt, hogy hol alakulhat ki egy-egy fajnak stabil populációja (Rodríguez – Bustamante, 2003).

A kék vércsék fészekaljméretét a rendelkezésre álló változók közül a márciusi átlaghőmérséklet befolyásolja legjobban (3. ábra). A kék vércsék április második felében érkeznek meg hazánkba, így ez a változó nem a vércsékre gyakorolt direkt hatást méri, hanem feltételezéseink szerint a táplálékkínálaton keresztül fejti ki hatását. A Kárpát-medence kontinentális klímáján a márciusi időszak a biológiai tavasz kezdete. A márciusi hőmérséklet és a prédaállatok denzitása között fennálló kapcsolat bizonyított (Visser *et al.*, 2006). Ebben az időszakban kezdenek előjönni téli nyugalmi periódusukból az ásóbékák (*Pelobatidae*) (amik a pocokok mellett a kék vércsék másik fő táplálékforrása), és ekkor indul be a rovarok aktivitása is (Fielding – Brusven, 1990). Valószínűsíthető továbbá, hogy nagy hatása van a márciusi hőmérsékletnek a pocokállomány szaporodásának beindulására, és ezáltal az áprilisban visszatérő vércsék táplálékkínálati viszonyaira (Heikura, 1977). Tehát a márciusban az átlagosnál alacsonyabb hőmérséklet negatívan hat a kék vércsék fő táplálékforrásainak időbeli alakulására, mivel azok később kezdik meg tavaszi aktív periódusukat. Ennek következtében a vércsék számára a költési időszak elején kevesebb a rendelkezésre álló táplálék, a madarak induló kondíciója pedig rosszabb. Csökken a költésbe fektethető energia, amely végső soron együtt jár a fészekaljméret csökkenésével is.

Az elemzések eredményeként kapott második legnagyobb hatóerővel rendelkező változó az áprilisi csapadékos napok száma

volt. Számos korábbi kutatás rámutatott a sok tavaszi csapadék negatív hatásaira (Rodríguez – Bustamante, 2003; McDonald *et al.*, 2004; Morrison *et al.*, 2007). A Magyarország területére április hónapban érkező kék vércsék ez a tényező már direkt módon is érintheti. Heves esőzésekkor csökken a vadászatra fizikailag alkalmas idő, mely a tojók szükséges kondíciójavulását hátráltatja. Ezáltal a madarak később kezdik meg a költést, csökkentve ezzel a magasabb tojásszámú fészekalak kialakulásának valószínűségét (Morrison *et al.*, 2007). Emellett ha áprilisban sok a csapadék, magasabbra nő a vegetáció, melynek következtében jelentősen csökkenhet a préda detektálhatósága. Még ha egyébként táplálékhiány van is, a vércsék számára annak elérhetősége csökken. Korábbi élőhely-használati vizsgálatokból tudjuk, hogy egyes préda taxonok esetében fontosabb a préda hozzáférhetősége, mint a denzitása (Fehérvári *et al.*, 2009). További fontos tényező, hogy a csapadék áztatta földeken a kaszálások kezdésének időpontja kitolódik, a legeltetett gyepek összterülete a jelentős biomasza-túlkínálat miatt kisebb lesz, ami a vadászterületek beszűkülését eredményezheti. Ezen hatások eredményeként a vércsék kevesebb energiát fektetnek a szaporodásba, amely a költési paraméterek – többek között a fészekaljméret – romlásához vezethet. Összességében tehát azt feltételezzük a kapott eredményeink alapján, hogy ha áprilisban az átlagosnál több napon esik eső, az a költéskezdés eltolásán, a rendelkezésre álló vadászterületek csökkenésén, valamint a zsákmány rosszabb detektálhatóságán keresztül csökkenti a kék vércsék fészekaljméretét (3. ábra).

Az összes változó használatával végzett random forest elemzés harmadik releváns változója a pocok-gradáció (2/a. ábra). Eredményeink szerint a pocok-gradációs éveknek pozitív hatása lehet a kék vércsék fészekaljméretére. Mivel a kék vércse prédaállatai közül a mezei pocok a legnagyobb átlagos testtömegű, tömegesen is előforduló faj (Ha-

raszthy et al., 1994), gradációja közvetlenül is befolyásolja a kék vércse tojók kondícióját, így a fészekaljméretet és végső soron a költési sikert is. Fontos hangsúlyozni, hogy csak arról volt információnk, hogy melyik évben tapasztaltunk pocok-gradációt, így az egyes évek mennyiségi viszonyairól nem tudtunk semmit. Más kutatások már tártak fel a madarak reprodukivitása és a pocokkínálat közötti összefüggéseket (Kostrzewa – Kostrzewa, 1991; Steenhof et al., 1999). Mintaterületünkön – a korábban tárgyaltak szerint – a márciusi átlaghőmérsékletnek és az áprilisi csapadékos napok számának hatása lehet a pocok-gradáció kialakulására. Ezen kívül önmagában a pocok-gradáció megjelenése csak akkor fejt ki pozitív hatását a fészekaljméretre, ha az már a költési időszak elejére beindult, illetve ha az elérhetőség is kedvezően alakul az említett időszakban. Továbbá a kék vércsék olyan tömegesen megjelenő alternatív préda taxonokkal is táplálkoznak, mint például a rovarok, ezen belül is az egyenesszárnyúak. Ezzel magyarázható, hogy a pocok-gradációs éveknek ugyan jelentős pozitív hatása van a kék vércsék fészekaljméretének alakulására, azonban az időjárási változók irányító (márciusi hőmérséklet) és gátló hatása (áprilisi csapadék) elemzésünkben jelentősebb tényezőnek bizonyult.

Összességében tehát a márciusi és az áprilisi időjárás, valamint a táplálékellátottság bizonyultak jelen vizsgálatban a kék vércsék fészekaljméretét leginkább befolyásoló tényezőknek. Önmagában az, hogy két időjárási változó hatással lehet egy madárfaj reprodukciós befektetésére, felhívja a figyelmet a klíma hatásának fontosságára a Kárpát-medence ökológiai viszonyainak alakulásában. A rendelkezésre álló klíamodellek tél végi és tavaszi átlaghőmérséklet-emelkedést, valamint a szélsőséges időjárási események (pl. zivatarok) megszaporodását jelzik előre. Kora lenne azonban következtetést levonni arra nézve, hogy ezek a várható változások egymás hatásait erősítve vagy gyengítve milyen összhatással lesznek az élőhelyek állapotára,

és mely állatfajok lesznek képesek a legjobban alkalmazkodni a megváltozó feltételekhez.

Eredményeink értékelésekor figyelembe kell venni, hogy a kék vércsék fészekaljméretét potenciálisan szabályozó mechanizmusoknak csak egy részét vizsgáltuk. Nem állt módunkban elemezni például a vonulási és telelési időszak hatásait, melyek szintén jelentős befolyásoló szereppel bírhatnak. A kutatásban vizsgált 11 éves adatsor kevésnek mondható, azonban fontos kiemelni, hogy egyik fő célunk az általunk használt módszerek működésének tesztelése volt. Módszereink további adatgyűjtés után alkalmazhatók lehetnek a kék vércsék szaporodásbiológiájának és a klimatikus viszonyok kapcsolatának további kutatásában. A rendelkezésünkre álló információk elemzése és értelmezése különösen fontos, mert a faj állományának világtrendje jelenleg negatív (Palatitz et al., 2010), így minden a szaporodási sikert befolyásoló tényező ismerete elősegítheti a faj természetvédelmi kezelését.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozunk Kocsis Péternek (KMNPI), akitől a Sóstói-telepen mért csapadékatatok származnak, valamint a KMNPI további munkatársainak, hogy segítettek munkánkat. Hálások vagyunk továbbá az OMSZ illetékeseinek, hogy elérhetővé tették számunkra a meteorológiai adataikat. Köszönjük az ATIKÖVIZIG munkatársainak, hogy használhattuk a területre vonatkozó csapadékmérési adatokat. Hálások vagyunk továbbá Horváth Évának, aki önkéntesként a kékvércse-költések adatainak digitalizálásában és ellenőrzésében nyújtott segítséget. Köszönjük Lang Zsoltnak, aki a statisztikai elemzések során állt rendelkezésünkre számos tanácsaival. Jelen vizsgálat a „A kék vércse védelme a Pannon régióban (LIFE05/NAT/H/000122)” elnevezésű LIFE pályázat keretein belül zajlott.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) ARCHER, K.J. – KIMES, R.V. (2008): Empirical characterization of random forest variable importance measures. *Computational statistics & data analysis* 52, 2249–2260. pp. (2) BOTH, C. – BOUWHUIS, S. – LESSELLS, C.M. – VISSER, M.E. (2006): Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature* 441, 81–83. pp. (3) BREIMAN, L. (2001): Random forests. *Machine learning* 45, 5–32. pp. (4) CSÖRGŐ T. – KARCZA Z. – HALMOS G. – MAGYAR G. – GYURÁCS J. – SZÉP T. – BANKOVICS A. – SCHMIDT A. – SCHMIDT E. (2009): Magyar madárvonulási atlasz. Kossuth Kiadó, Budapest (5) DEL HOYO, J. (1994): Handbook of the birds of the World. Vol. 2. New World vultures to guineafowl. Lynx Edicions, Barcelona, Spain (6) FARAWAY, J. (2006): Extending the Linear Model with R. CRC Press, New York (7) FEHERVARI P. – HARNOS A. – LANG Z. – SOLT S. – SZÖVÉNYI G. – PALATITZ P. (2009): The effects of grassland mowing on the density of prey species and hunting efficiency of Red-footed Falcons. EOU Conference, Zurich (8) FERGUSON-LEES, J. – CHRISTIE, D.A. – FRANKLIN, K. – MEAD, D. – BURTON, P. (2001): Raptors of the World. Christopher Helm, London (9) FIELDING, D. – BRUSVEN, M.A. (1990): Historical Analysis of Grasshopper (*Orthoptera: Acrididae*) Population Responses to Climate in Southern Idaho, 1950–1980. *Environmental Entomology* 19, 1786–1791. pp. (10) GREENBERG, R. – MARRA, P.P. (2005): Birds of two worlds: the ecology and evolution of migration. Johns Hopkins Univ Pr., Baltimore (11) HARASZTHY L. (1996) Gyakorlati ragadozómadár-védelem. MME könyvtára 5, 160, 88–91. pp. (12) HARASZTHY L. – BAGYURA J. (1993): A comparison of the nesting habits of the Red-footed Falcon (*Falco vespertinus*) in colonies and solitary pairs. In: Biology and conservation of small falcons: Proceedings of the Hawk and Owl Trust Conference, hosted by the Durrell Institute of Conservation and Ecology at the University of Kent at Canterbury, 6th–8th September, 1991. Hawk and Owl Trust, 80. (13) HARASZTHY L. – BAGYURA J. – RÉKÁSI J. (1994): Food of the Red-footed Falcon (*Falco vespertinus*) in the breeding period. *Aquila* 101, 93–110. pp. (14) HEIKURA, K. (1977): Effects of climatic factors on the field vole *Microtus agrestis*. *Oikos* 29, 607–615. pp. (15) HORVÁTH L. (1964): A kék vércse (*Falco vespertinus* L.) és a kis örgébics (*Lanius minor* Gm.) élettörténetének összehasonlító vizsgálata II. A fiókák kikelésétől az őszi vonulásig. *Vertebrata Hungarica* VI. 1–2. (16) KEVE A. – SZIJ J. (1957): Distribution, biologie et alimentation du Facon kobeze *Falco vespertinus* L. en Hongrie. *Alauda* 25, 1–23. pp. (17) KOSTRZEWA, R. – KOSTRZEWA, A. (1991): Winter weather, spring and summer density, and subsequent breeding success of Eurasian Kestrels, Common Buzzards, and Northern Goshawks. *The Auk* 108, 342–347. pp. (18) KOTYMÁN L. (2001): A vörös vércse (*Falco tinnunulus*) és a kék vércse (*Falco vespertinus*) telepítésének gyakorlata a Vásárhelyi-pusztán. *Túzok* 6(3), 120–129. pp. (19) LUNN, D.J. – THOMAS, A. – BEST, N. – SPIEGELHALTER, D. (2000): WinBUGS-a Bayesian modelling framework: concepts, structure, and extensibility. *Statistics and Computing* 10, 325–337. pp. (20) MCCARTHY, M.A. (2007): Bayesian Methods for Ecology, Cambridge University Press, Cambridge (21) McDONALD, P.G. – OLSEN, P.D. – COCKBURN, A. (2004): Weather dictates reproductive success and survival in the Australian brown falcon *Falco berigora*. *Journal of Animal Ecology* vol. 73, 683–692. pp. (22) MORRISON, J.L. – MCMILLIAN, M. – COHEN, J.B. – CALTIN, D.H. (2007): Environmental correlates of nesting success in red-shouldered hawks. *The Condor* 109, 648–657. pp. (23) MOSS, R. – OSWALD, J. – BAINES, D. (2001): Climate change and breeding success: decline of the capercaillie in Scotland. *Journal of Animal Ecology* 70, 47–61. pp. (24) NEWTON, I. (1998): Population limitation in birds. Academic Press, London (25) NORRIS, D.R. – MARRA, P.P. – KYSER, T.K. – SHERRY, T.W. – RATCLIFFE, L.M. (2004): Tropical winter habitat limits reproductive success on the temperate breeding grounds in a migratory bird. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 271, 59–64.

pp. (26) NTZOUFRAS, I. (2009): Bayesian modeling using WinBugs. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey (27) PALATITZ P. – FEHÉRVÁRI P. – SOLT S. – BORIS B. (2010): European Species Action Plan for the Red-footed Falcon *Falco vespertinus* Linnaeus, 1766. European Commission (28) PARMESAN, C. (2006): Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37, 637. (29) PURGER, J.J. – TEPAVCEVIC, A. (1999): Pattern analysis of red-footed falcon (*Falco vespertinus*) nests in the rook (*Corvus frugilegus*) colony near Torda (Voivodina, Yugoslavia), using fuzzy correspondences and entropy. *Ecological Modelling* 117, 91–97. pp. (30) R DEVELOPMENT CORE TEAM (2009): A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (31) RODRÍGUEZ, C. – BUSTAMANTE, J. (2003): The effect of weather on lesser kestrel breeding success: can climate change explain historical population declines? *Journal of Animal Ecology* 72, 793–810. pp. (32) ROOT, T.L. – PRICE, J. – HALL, K. – SCHNEIDER, S. – ROSENZWEIG, C. – POUNDS, A. (2003): Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421, 57–60. pp. (33) SERGIO, F. (2003): From individual behaviour to population pattern: weather-dependent foraging and breeding performance in black kites. *Animal behaviour* 66, 1109–1117. pp. (34) SMALLWOOD, P.D. – SMALLWOOD, J. (1998): Seasonal shifts in sex ratios of fledgling American kestrels (*Falco sparverius paulus*): the early bird hypothesis. *Evolutionary Ecology* 12, 839–853. pp. (35) STAUFFER, B.H. (2008): Contemporary Bayesian and frequentist statistical research methods for natural resource scientists. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey (36) STEENHOF, K. – KOCHERT, M.N. – CARPENTER, L.B. – LEHMAN, R.N. (1999): Long-term prairie falcon population changes in relation to prey abundance, weather, land uses, and habitat conditions. *Condor* 101, 28–41. pp. (37) STERBETZ I. (1977): Az agrárkörnyezet változásainak hatása a Kardoskúti Természetvédelmi Terület állatvilágára. *Aquila* 65–82. pp. (38) SVETNIK, V. – LIAW, A. – TONG, C. – CULBERSON, J.C. – SHERIDAN, R.P. – FEUSTON, B.P. (2003): Random forest: a classification and regression tool for compound classification and QSAR modeling. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences* 43, 1947–1958. pp. (39) VISSER, M.E. – HOLLEMAN, L.J.M. – GIENAPP, P. (2006): Shifts in caterpillar biomass phenology due to climate change and its impact on the breeding biology of an insectivorous bird. *Oecologia* 147, 164–172. pp. (40) WALTHER, G.R. – POST, E. – CONVEY, P. – MENZEL, A. – PARMESAN, C. – BEEBEE, T.J. – FROMENTIN, J.M. – HOEGH-GULDBERG, O. – BAIRLEIN, F. (2002): Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416, 389–395. pp. (41) WIEHN, J. – KÖRPIÄKI, E. (1997): Food limitation on brood size: experimental evidence in the eurasian kestrel. *Ecology* vol. 78, 2043–2050. pp.

A TURIZMUS SZEREPLŐINEK KLÍMAVÁLTOZÁSHOZ VALÓ ALKALMAZKODÁSA A SZENTENDREI KISTÉRSÉGBEN

SZÉCSI NÓRA – CSETE MÁRIA

**Kulcsszavak: éghajlatváltozás, turizmus, alkalmazkodási kataszter,
adaptációs portfólió.**

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Vizsgálataink alapvető célkitűzései között szerepelt annak értékelése, hogy vajon a turizmus szereplői felfigyeltek-e a klímaváltozás jelenlegi és várható hatásaira, hogyan alkalmazkodnak, illetve ezt mik akadályozzák? A vizsgálat a Szentendrei Kistérség 13 települését ölelte fel, amely Magyarország egyik leglátogatottabb desztinációi közé tartozik. 2010 őszén kérdőíves felmérés, valamint az azt kiegészítő mélyinterjúk segítségével a helyi turisztikai szolgáltatók klímaváltozással kapcsolatos attitűdjeit és alkalmazkodási hajlandóságát vizsgáltuk. A válaszadási arány 51% volt. A megkérdezettek 70%-a „viszonylag jól” tájékozottnak tartotta magát, ismereteikre leginkább az interneten keresztül tettek szert, de a válaszadók 55%-a tovább kíván tájékozódni és főleg a gyakorlatban, a mindennapi döntéshozatalban alkalmazható tudásra szeretnének szert tenni. A megkérdezettek 79%-a szerint az emberi hatások járulnak hozzá leginkább a klímaváltozáshoz, míg 21%-uk a természeti hatásokat jelölte meg. A hatások mérséklésének feladatai a válaszolók szerint a kormányzat (27%), a lakosság (25%), valamint az üzleti szféra (22%) között oszlanak meg. Az alkalmazkodás akadályai között a hosszú távú tervezés és az anyagi források, valamint pénzügyi támogatás hiánya szerepel. Azt is vizsgáltuk, hogy a megkérdezettek hajlandók-e anyagi áldozatokat vállalni az alkalmazkodás előmozdítására. Kiderült, hogy a többség, 45%, éves jövedelmének 1%-a körüli mértékben vállalna anyagi áldozatot.

A vizsgálatok egyik eredménye a Szentendrei Kistérség turisztikai katasztere, valamint a kistérségi Turisztikai Adaptációs Portfólió (TAP) kidolgozása, melyben az érintettek által a témakörben jól hasznosítható megoldásokat javasoltunk. A TAP-ban az adaptáció öt típusa (technológiai, menedzsment, magatartás, oktatás, politikai) és az egyes érintettek (utazásszervezés, szálláshely-szolgáltatás, egyéb szolgáltatás, szakmai, érdekvédelmi szervezetek) szerinti bontásban mutattuk be a javasolt eszközöket. A TAP, valamint a kataszter más térségeknek is mintául szolgálhat.

BEVEZETÉS

A turizmus és klímaváltozás témakörében a kezdetben folytatott nemzetközi kutatások jellemzően olyan speciális problémákra fókuszáltak, mint például a tengerszint-emel-

kedés várható következményeinek elemzése egyes turisztikai desztinációkban, vagy a klímaváltozás hatásai a síturizmusra. Hazánkban a nemzetgazdaság egyik remélt kitérési pontjának számító turisztikai ágazatban azonban más jellegű, a klímaváltozás

várható hatásaival kapcsolatos problémák várnak megoldásra.

A világban zajló fő turisztikai áramlások hat kiemelt irányvonal mentén rendeződnek, melyek kiemelkedő szereplője Európa. Az utazások jellemzően Észak-Amerikából Európába és vissza, valamint Észak-Európa felől a Mediterrán, valamint Észak-Amerikából a Karibi-térség irányába tartanak. Az áramlások másik nagy csoportját Ázsia adja, amelyek Észak-Kelet-Ázsiából déli, illetve Észak-Amerika felé történő látogatásokat jelentenek (Haden, 2007). Globális viszonylatban, a turisztikai ágazatban Európa az egyik legjelentősebb desztináció, mivel a nemzetközi turistaérkezések több mint 50%-át Európa, és ezen belül is kiemelten a mediterrán terület jelenti. Évente mintegy 23 millió turista utazik Európába, többségük Észak-Amerikából érkezik. A második legnagyobb küldő régió Észak-Kelet-Ázsia, ahonnan mintegy 8 millióan érkeznek, jellemzően nem a mediterrán térségeket részesítve előnyben. Az Európán kívülről érkezők közül 18 millióan nem a mediterrán térségeket látogatják, hanem inkább az annál északabbra lévő országokat kedvelik (UNWTO, 2003). Európán belül észak-déli irányban történik a legtöbb látogatás. A legutóbbi felmérések szerint ugyan az Európába érkezők száma a pénzügyi-gazdasági válság hatására csökkent, de megfigyelhető, hogy a kelet-nyugati és nyugat-keleti irányú belső forgalom egyre intenzívebbé vált. Előrejelzések alapján a BRIC¹ országokból idelátogatók számának növekedésével célszerű számolni.

A turizmus egyaránt fontos szerepet tölt be a globális, európai és hazai gazdaságban. A turizmus és az éghajlatváltozás összefüggéseinek vizsgálata mind a nemzetközi, mind a hazai szakirodalomban az utóbbi évtizedben került a kutatások kiemelt területei közé, amit a kapcsolódó nemzetközi események, jelentések, dokumentumok és konferenciák megállapításai is egyértelműen alá-

támasztanak. Az UNWTO² szervezésében, 2003 áprilisában tartották az első nemzetközi konferenciát Tunéziában (Djerba), ahol szakemberek, politikai döntéshozók, szakmai és civil szervezetek képviselői vitatták meg a turizmus és az éghajlatváltozás összefüggéseit. A rendezvény eredményeképpen látott napvilágot a „Djerba Declaration on Tourism and Climate Change” (Djerbai Nyilatkozat a Turizmusról és Klimaváltozásról) c. dokumentum, mely a várható hatások bemutatásán túlmenően megfogalmazza, hogy a klímaváltozásra való érzékenységet nagymértékben befolyásolja a turizmus típusa és az utazás célja. (Például az ún. üzleti, rokonlátogató és gyógyturizmus típusok kevésbé érzékenyek, mint a szabadidős, nyaraló, vízparti stb. turizmus, mivel az utóbbiak esetében fontos szempontot képeznek a döntési folyamatban az adott desztináció időjárási jellemzői.) Továbbá a nyilatkozat felhívja az érintettek figyelmét a témakörben folytatott további kutatások és a turizmus fenntarthatóvá tételének fontosságára is.

2007 októberében Svájcban (Davos) zajlott a második nemzetközi konferencia, melynek főbb eredményeit egy 2009-es tanulmány foglalja össze, amit az UNWTO az UNEP³-el közösen jelentetett meg. Újabb nyilatkozat született „Davos Declaration: Climate Change and Tourism. Responding to global challenge” (Davosi Nyilatkozat: Klimaváltozás és turizmus – Válaszkérés a globális kihívásokra) címmel. 2009 szeptemberében az UNWTO és az Európai Közlekedési Bizottság szervezésében került megrendezésre az „Utazás és turizmus a zöld gazdaságban” c. esemény, mely kapcsolódott a decemberi Koppenhágai Klímacsúcs-hoz (COP 15⁴) is. A megvitatott főbb témakörök a következők voltak:

² UNWTO: United Nations World Tourism Organization, ENSZ Turisztikai Világszervezete

³ UNEP: United Nations Environmental Programme, ENSZ Környezetvédelmi Programja

⁴ COP: Conference of the Parties. A COP 15 konferencia megrendezésére Dániában került sor

¹ BRIC: Brazil, Russia, India, China

- A Davosi Nyilatkozat megállapításai.
- A fenntartható turizmus szerepe és lehetőségei a zöld gazdaságban.
- A fenntartható desztinációk kialakítása egy globális tanúsítvánnyal rendelkező zöld turisztikai piac rendszerében.
- Az élethosszig tartó tanulás.
- A tudáshálózatok és infokommunikációs technológiák alkalmazási lehetőségei.

A konferencia eredményeit összefoglaló kiadvány szerint kiemelten fontos a davosi folyamat folytatása, a turizmus kiemelt szerepet tölthet be a gazdaságok zöldítésére vonatkozó programokban, s a tervezett intézkedések a kapcsolódó ágazatok, mint például a közlekedés, mezőgazdaság, energetika zöldítését is ösztönözhetik. Az uniós kibocsátáscsökkentési előirányzatok betartása a turisztikai ágazat esetében jelentős bevételkiesés mellett lehetne megoldható. A célok elérése érdekében célszerű hangsúlyt fektetni a turisztikai kínálati láncon belül az alacsonyabb ÜHG-kibocsátású közlekedésformákra és szálláshelyekre. Az ENSZ már több programot is elindított ezeken a területeken, ilyen például a *Hotel Energy Solutions* c. kezdeményezés, amely a szállodák energiafelhasználásának mérséklését tűzte ki célul, és ehhez nyújt segítséget egy innovatív eszköztár kidolgozásával. A konferencia dokumentuma szerint fenntartható desztinációk esetében négy dologra kell figyelmet fordítani, mégpedig a karbonlábnyom csökkentésére, a hulladékgazdálkodásra, a vízgazdálkodásra és a biodiverzitás megőrzésére, melyek összhangban állnak a klímabarát turizmus fogalomkörével.

A hazai kutatásokat tekintve 2010-ben a *BME Környezetgazdaságtan Tanszékén a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium* (KvVM Környezetmegőrzési Szakállamtitkárság és Természetvédelmi Szakállamtitkárság) és az *Önkormányzati Minisztérium*

(Turisztikai Szakállamtitkárság) megbízásából folyt kutatómunka *„Tanulmány az éghajlatváltozás turizmusra gyakorolt hatásáról és az alkalmazkodási lehetőségek vizsgálatáról”* címmel. A vizsgálatok fő részei:

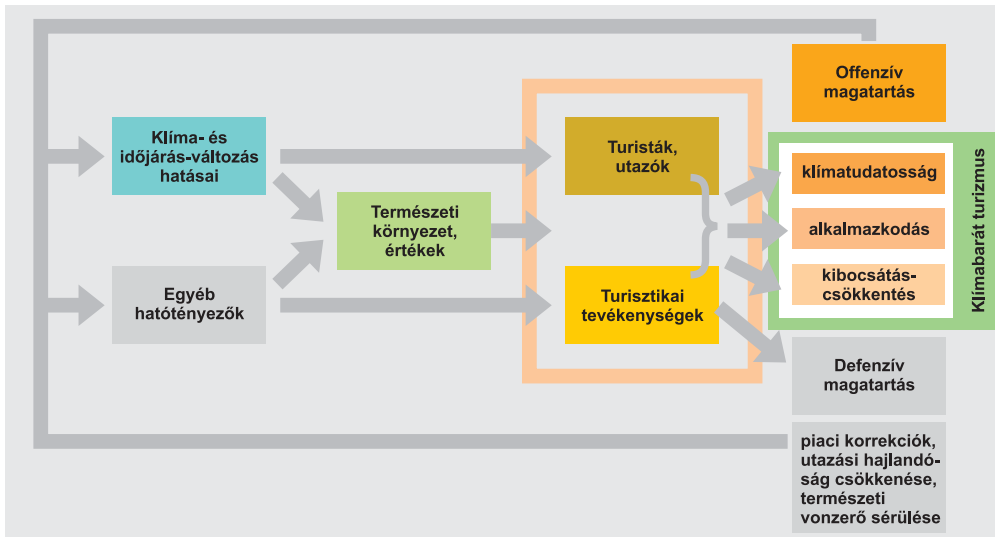
1. A nemzetközi és hazai szakirodalom áttekintése és kritikai értékelése.
2. Az éghajlatváltozás természeti értékekre gyakorolt hatásainak vizsgálata, valamint a természeti értékekre alapozott turizmus és a klímaváltozás összefüggéseinek feltárása.
3. Kérdőíves felmérés az érintettek körében.
4. „Klímabarát” turizmusfejlesztési stratégia kidolgozása *„Az éghajlatváltozás megelőzését és az arra való felkészülést segítő turizmusfejlesztési stratégia (2010–2025)”* címmel.
5. A hazai turisztikai régiók sérülékenységvizsgálata.
6. A *Klímabarát Útikalauz* kidolgozása.

A munka egyik kiemelt célja az *„Útikalauz a klímabarát turizmushoz”* című kiadvány kidolgozása volt. Az Útikalauz alapvető célkitűzése, hogy segítséget nyújtson a turizmusban részt vevőknek vagy ahhoz szorosan kapcsolódó tevékenységet végzőknek. A szerzők először a klímaváltozáshoz kötődő hatásokra, illetve azok következményeire hívják fel a turisztikai ágazat szereplőinek figyelmét, majd a klímabarát turizmus megvalósítása felé történő elmozdulást segítő lépések és ötletek tárháza olvasható célcsoportként. Az Útikalauz a turizmus szereplői által adható válaszokban alapvetően három témakört érint: az üvegházgáz-kibocsátás csökkentésének lehetőségeit, a várható hatásokhoz való alkalmazkodás eszközeit, valamint a klímatudatosságot (Csete et al., 2010).

Az 1. ábra az Útikalauz alapján mutatja be a klímaváltozás turizmusra gyakorolt várható hatásait és a turizmus egyes szereplőinek ezekre adható válaszait. A visszafordíthatatlan, katasztrofális környezeti változások hatásai talán még mérsékelhetők, illetve megelőzhetők. A változások hatásainak és ezek következményeinek térbeni megoszlása pe-

2009 decemberében, ezt követte a COP 16 konferencia Mexikóban 2010 decemberében, a soron következő COP 17 konferencia pedig Dél-Afrikában kerül megrendezésre 2011 decemberében.

1. ábra



A klímaváltozás turizmusra gyakorolt hatásai és az arra adható válaszok

Forrás: Csete et al., 2010

dig igen eltérő lehet, ami a helyi szintű vizsgálatok fontosságát is alátámasztja.

A kutatásban kérdőíves felmérés keretében hazai turisztikai és környezetvédelmi szervezetek kerültek megkérdezésre. Nem egy-egy ember személyes véleményét vizsgáltuk, hanem elsősorban szakmai szervezetekét, ahol a klímaváltozással kapcsolatos közös álláspont kialakításához a munkaközösség közös szakmai véleményére volt szükség. Munkánkban e felmérés eredményeit is felhasználtuk oly módon, hogy összevetettük a jelen tanulmányunkban szereplő térségi vizsgálatainkban kapott válaszokkal. Kutatásunkban elsősorban az alkalmazkodási lehetőségek megítélését vettük górcső alá.

Vizsgálatunkban elsősorban arra kerestük a választ, hogy a turizmus színvonalas és zökkenőmentes működésében érdekelt turisztikai szolgáltatók, akik egy adott térségben bekövetkező változásokra különösen érzékenyek lehetnek, vajon mennyire ismerik, s mennyiben tekintik fontosnak a klímaváltozás várható hazai hatásaira való felkészülést az egyéb feladataikhoz képest, továbbá hogy

mennyire ismerik a rendelkezésre álló lehetőségeket, eszközöket stb. Mintaterületnek pedig egy olyan térséget választottunk, mely jelentős szerepet tölt be a hazai turizmusban. Felmérésünkben a Szentendrei Kistérség 13 településének turisztikai szolgáltatói kerültek megkérdezésre. Az összesen 45 érintett közül 23 megkérdezett válasza volt értékelhető, ezen kívül 4 mélyinterjúra is sor került. A kérdőívekben feltett kérdésekre adott válaszok alapján javaslatot dolgoztunk ki a kistérség *Turisztikai Adaptációs Portfóliójára* (Turisztikai Adaptációs Portfólió, TAP). Az eredmények biztatóak, és arra ösztönöznék bennünket, hogy ezt a munkát tovább folytassuk.

A KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS A TURIZMUS ÖSSZEFÜGGÉSEINEK KUTATÁSI TAPASZTALATAI

Az 1990-es évek végén, illetve a 2000-es évek elején a turizmussal foglalkozó szakirodalom még igen kevés figyelmet szentelt a klímaváltozás jelenségének (Witt, 1995), de

ez az állítás fordítva is igaz, mivel a klímaváltozás hatásainak elemzésével foglalkozó szakirodalom elemzéseiből jellemzően hiányoztak a turizmusra vonatkozó tanulmányok (Smith *et al.*, 2001). A turizmus és éghajlatváltozás kapcsolatát vizsgáló publikációk száma a WTO által a témakörben szervezett, figyelemfelkeltő és iránymutatást adó nemzetközi konferenciákkal párhuzamosan gyarapodott. A fejlődő országok többségében kitörési pontnak tekintik a turizmust, s ezek az államok jellemzően olyan, jelenleg kedvező éghajlati adottságú térségekben találhatók, melyekben a klímaváltozáshoz kötődve igen jelentős hatások prognosztizálhatók. Szem előtt tartandó az is, hogy esetenként a tömegturizmus fejlődése jelentősebb veszélyt jelent egy adott desztináció természeti környezetére, természeti erőforrásaira és kulturális örökségeinek állapotára, mint maga az éghajlatváltozás, így a klímaváltozás várható hatásait mérsékelni igyekvő és alkalmazkodó turizmus mellett a fenntartható turizmus is kiemelt, preferált fejlődési irányná vált. A fentiekkel kapcsolatos intézkedések ideális esetben egymást erősítő hatásokká válhatnak a gyakorlatban. *A turizmus fejlődési irányainak meghatározásában a politikai, társadalmi, demográfiai tendenciák alakulása mellett az éghajlatváltozás turizmusra gyakorolt hatása is jelentős szerepet tölt be* (Budai, 2003), ami alapvető fontosságú az alkalmazkodás szempontjából és a turizmus jelentős környezeti hatásainak mérsékléséhez.

Egy adott térség éghajlata, időjárása tulajdonképpen a turizmus egyik erőforrásának is tekinthető, hiszen ez alapvetően meghatározza egy adott terület attraktivitását. A kedvező, vagy éppen ellenkezőleg alakuló klimatikus adottságok lehatárolják a helyben végezhető turisztikai tevékenységek körét, azaz befolyásolják a megjelenő turisztikai kínálat alakulását. Így e jellemző változása korlátozhatja a tevékenység kapacitását, megszüntethet egy konkrét turisztikai kínálati elemet vagy akár újabb alternatív termékek kialakítását ösztönözheti.

Megjegyzendő, hogy a klimatikus viszonyok a természeti tényezők meghatározó elemei közé sorolhatók ugyan, azonban kiemelt jelentőséggel a szabadtéren zajló – elsősorban nyaraló, aktív, télisport- – turizmus esetében bírnak. Az éghajlat turisztikai jelentőségét, azonban nem csak a szolgáltató szektor oldaláról közelíthetjük, hiszen az utazási magatartások alakulásában is óriási szerepe van. Egyrészt a terület általános éghajlatáról a turisták személyes tapasztalataik vagy egyéb információk alapján általános percepciókat alakítanak ki, másrészt az adott pillanatban zajló időjárási körülmények a döntéshozatal folyamatában „last minute” tényezőként is szerepelnek (Rátz, 2006). Mivel a turizmusban való részvétel lényege – eltekintve bizonyos hivatásbeli típusaitól – az önkéntesség, ha bizonyos feltételek nem teszik lehetővé az adott élmény tökéletes átélését, leegyszerűsítve amennyiben rossz az idő, a turista nem fog elutazni.

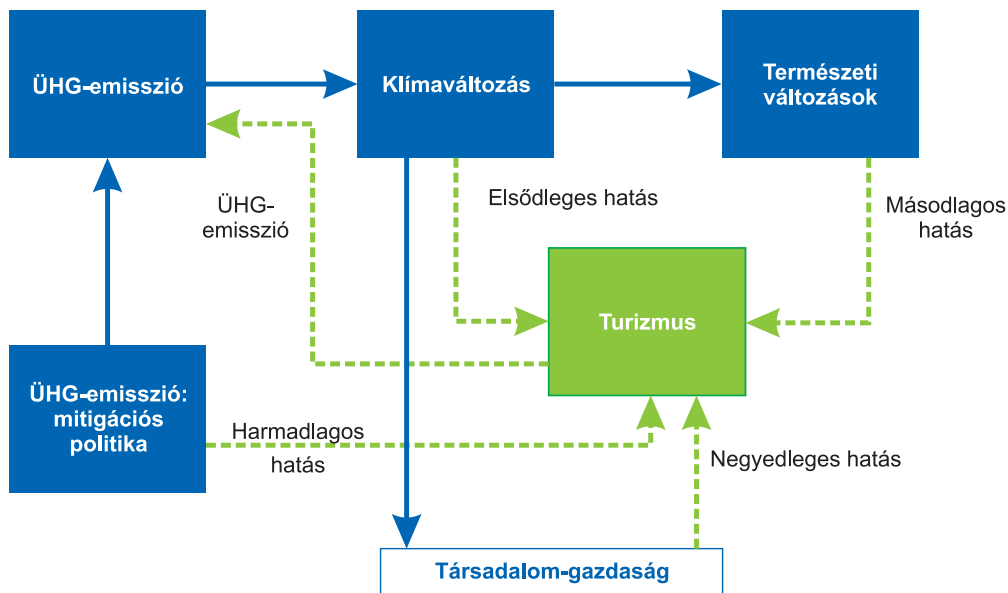
Az éghajlat vagy időjárás *egyszerre jelentkező pull⁵ vagy push⁶ hatásként*, tehát a megfelelő körülmények vonzzák a turistákat az adott desztináció felé, illetve a lakóhelyhez köthető kedvezőtlen időjárási események „taszító” jelleggel rendelkezhetnek. Általában e két hatás különböző kombinációiról beszélhetünk, kiemelve, hogy a turizmuselméleti megközelítésekben elsősorban a potenciális turisztikai helyszínek attraktivitását hangsúlyozzák (All-Høyer, 2005). A turisztikai szolgáltatásokat általában nagyfokú immobilitás jellemzi, tehát adott helyen és időben lehet igénybe venni őket, így a kedvező éghajlat pull faktora olyan tényező, melyet igen nehéz helyettesíteni, ebből is következik a turisztikai tevékenységek erős éghajlat-, időjárás-függősége.

A turizmus dinamikusan alakuló, nyílt rendszerként integrálódik a gazdasági-társadalmi és a természeti környezetbe. Az éghajlat és turizmus körkörös kapcsolatrendszerének alapvető jellegzetessége, hogy

⁵ Pull: húzó

⁶ Push: toló/nyomó

2. ábra



A turizmus és a klímaváltozás összefüggései

Forrás: All-Høyer, 2005 alapján saját szerkesztés

a turizmust egyszerre befolyásolják a külső rendszerek tényezői, de vissza is hat környezetére. Ezeket a kapcsolatokat a 2. ábra szemlélteti. A körfolyamatokban négy jól elkülöníthető hatás figyelhető meg.

Közvetlen hatásként az éghajlatváltozás módosítja az idegenforgalmi szektort alapjaiban érintő időjárást, befolyásolva a keresleti és kínálati oldalt. A direkt módon jelentkező extrém időjárási események, az átalakuló szezonális és az ehhez kapcsolódó plusz fűtési-hűtési költségek alapjaiban változtatják meg a turisztikai szolgáltató szektor lehetőségeit (UNWTO, 2008). Továbbá ha a keresleti oldal szereplői felől is megvizsgáljuk a kialakuló helyzetet, világos, hogy az új éghajlati viszonyok új preferenciákhoz, percepciókhoz és döntésekhez vezethetnek. A két oldal mechanizmusait együttesen szemlélve pedig belátható, hogy a hatások az utazási magatartások átalakulását okozzák térben és időben, visszahatva a turizmus iparágára

is, ahol a termékek, tevékenységek és desztinációk tekintetében piaci ártrendeződést okozhatnak. A direkt kapcsolat másik oldala a turisztikai tevékenységek emissziós kibocsátásából fakad. Az utazás, szálláshelyadás, vendéglátás és egyéb kapcsolódó szolgáltatások tevékenységei által okozott kibocsátások is hozzájárulnak a klímaváltozáshoz.

A hatások második csoportját a közvetett mechanizmusok alkotják, tehát az átalakuló éghajlat által érintett természeti erőforrások, ide tartozik többek között a biodiverzitás, vízbázisok, tájkép módosulása, ami szintén negatívan érint egyes turizmusfajtákat. Ebben az esetben hangsúlyozni szükséges a változások egészségügyi kockázatát is, hiszen a változó hőmérsékleti viszonyok, extrém jelenségek, aszály vagy éppen árvíz okán a különböző betegségek, járványok kialakulásának és fokozott elterjedésének a veszélye is nő.

A hatások harmadik és negyedik csoportját a gazdasági, társadalmi, politikai viszo-

nyok jellemzik. Egyrészt a politikai döntéshozók a problémák súlyosságát felismerve olyan intézkedéseket hoztak, melyek közvetlenül a változások egyik forrását kívánják korlátozni, tehát a kibocsátáscsökkentés érdekében merülnek fel, másrészt maguk a gazdasági, társadalmi, szociális körülmények is átalakulhatnak az éghajlatváltozás következményeként. A turizmus gyakran egyes országok számára a gazdasági fejlődés motorjaként jelentkezik, így visszaesése komoly gazdasági, továbbá politikai instabilitást is okozhat, ahogyan ezt a *Stern-jelentés (2006)* is hangsúlyozza. Közvetve így más súlyos globális problémákat erősíthet, mint például a szegénység vagy a terrorizmus, és ezek szintén befolyásolják a turizmus alakulását.

Jól érzékelhető, hogy komplex összefüggérendszer alkot az éghajlatváltozás és a turizmus kapcsolata, így nem véletlen, hogy a vizsgálatokban a problémák megoldásához is kizárólag rendszerszemlélettel, holisztikus megközelítésben lehet hozzálátni.

A turisztikai tevékenységek egyszerre elszenvedői és okozói is a változásoknak, de ezen kívül magukban hordozzák a potenciális megoldás lehetőségét is a fenntartható turizmus koncepciójának segítségével.

AZ ALKALMAZKODÁS TÍPUSAI ÉS A TURIZMUS VISZONYA

A globális folyamatok esetében az alkalmazkodás általában a rendszer olyan válasz lépéseit, folyamatait és kimenetelét foglalja magában, melyek annak érdekében merülnek fel, hogy a megváltozó külső feltételekkel könnyebben birkózzon meg, hatékonyabban kezelje azokat (*Smit-Wandel, 2006*). A fogalmat tovább tágítva, az alkalmazkodáshoz tartozik a különböző stresszhelyzetekkel szembeni ellenálló képesség növelése, tehát a jövőbeli hatásokra való felkészülés és megelőzés, valamint a jelenben zajló átalakulás folyamánként megjelenő események – elsősorban negatív – esetén adódó kárenyhítés, gyors elhárítás és helyreállítás.

Az adaptáció folyamatában először mindig két tényező azonosítása a legfontosabb, hogy ki és mihez kíván alkalmazkodni. Csak ezt követően célszerű részletesen vizsgálni a rendelkezésre álló készségeket, képességeket, lehetőségeket és az ezekhez tartozó potenciális eszköztárat adott helyre és időre vonatkozóan.

Továbbá lényeges az *adaptációs kapacitás* pontos jelentését is meghatározni. A kapacitás tartalma itt a változásokra való reagálás idejére utal. Az a társadalom, amely egy adott hatásra gyorsabban és könnyebben válaszol, magasabb adaptációs kapacitással rendelkezik, tényezői pedig olyan húzóerőként jelentkeznek, melyek befolyásolják és elősegítik az alkalmazkodás folyamatát. A gyakorlatban ez az alkalmazkodási folyamat, például a kutatási téma szempontjából releváns természeti erőforrások változása vagy extrém időjárási események által okozott környezeti stressz kapcsán az erőforrás- és kockázatmenedzsment, a tervezés és fejlesztés eszközeit foglalja magában. Az alkalmazkodás tervezésekor célszerű szem előtt tartani az ok-okozati viszonyokat, mivel az alkalmazkodás mindig csak következmény lehet.

A turisztikai szektor adaptációját kétutas viszonyrendszer determinálja, hiszen a kínálat és a kereslet oldalának szereplői eltérő módon alkalmazkodhatnak, miközben egymásra is kölcsönösen hatnak. A kölcsönös befolyásolás hatásaként jelentkeznek a piacon az alkalmazkodás spontán mechanizmusai, ezek közül a legmeghatározóbb magának a piacnak az átrendeződése, a módosuló éghajlati feltételek által generált igényekre felelő új kínálati elemek, mind a szálláshelyek, mind az egyéb szolgáltatások „zöldülése”, vagy a kiszámíthatatlan időjárási paraméterek által generált új biztosítási lehetőségek megjelenése.

Amennyiben külön vizsgáljuk az igénybe vevők és a szolgáltatásokat nyújtók alkalmazkodási sémáját, belátható, hogy *a legfontosabb különbség az adott erőforrásokon alapuló relatív kapacitás (UNWTO, 2008).* Míg az utazóknak viszonylag nagy a dön-

3. ábra



A turizmus legfontosabb szereplőinek relatív adaptációs kapacitása

Forrás: UNWTO, 2008 alapján

tési szabadsága például a desztináció-választásban, leginkább a birtokolt idő, anyagi tényezők, tudás által meghatározott főbb, rugalmasan kezelhető erőforrások miatt (lásd 3. ábra), addig a szolgáltatói oldalnak jóval szűkebb a mozgástere, a leginkább kötöttek az adott helyhez tartozó létesítmények. Az olyan szereplők, akik nem rendelkeznek saját infrastruktúrával, jobb pozícióból indulva tudják saját gazdasági tevékenységüket menedzselni a változó körülmények között. Az utóbbi csoport közvetlenül érintkezik a kereslet szereplőivel, hamarabb jut a szükséges információkhoz, így az új elvárásokkal is korábban szembesül, lerövidítve a reakció idejét.

Az ágazat üzleti szférája alkalmazkodási lehetőségeinek vizsgálatában célszerű szem előtt tartani a szolgáltatói oldalnak a szereplők kölcsönösségéből fakadó magatartás-befolyásoló, tudatosságformáló szerep-körét, amellyel a turisták alkalmazkodását is módosíthatja, hozzájárulva a szektorális fenntarthatósághoz (Baros – Dávid, 2007). A probléma stratégiai megközelítése a turisztikai szolgáltatók részéről három hozzáállást különböztet meg (Dubois – Ceron, 2006):

- Nem tesznek semmit és tétlenül szemlélik az átalakulásokat.
- Konkrét technológiai fejlesztések által fenntartják az adott turizmustípust közel azonos állapotban.
- Megfelelő változattal igyekeznek helyettesíteni a megváltozott erőforrásokat.

A *tétlenség* lehetőségét többféleképpen is lehet értelmezni, a lényeg a hatások figyel-

men kívül hagyása, ami a szokásos üzletmenet folytatását jelenti, egészen addig, amíg a változások a tevékenység megszüntetését nem okozzák. Ez a fatalizmus azonban már a gazdasági oldalról sem tekinthető megfelelő lépésnek. A *technológiai fejlesztések* lehetősége erősen anyagi források által determinált, azonban megfelelő együttműködéssel a területi, állami és magánszférában könnyebbiteni lehet a feltételeken, ebben az esetben is kiemelendő, hogy *számtalan bevált gyakorlat jelentős befektetések nélkül is kivitelezhető, a kérdés csupán a tudatosság és a döntés*. A *változtatnyújtás* potenciálja alapvetően az adott turizmustípus érzékenységtől és adaptációs kapacitásától függ. Csak ritka esetben lehetséges egy kiesett erőforrást teljes mértékben pótolni, a természeti környezet esetében pedig szinte lehetetlen (érdekes kivételt képez a mesterséges hó előállítása, hóagykával való sípályák kiépítése). A legtöbbször ez utóbbi két stratégia kombinációja jelenti a megoldást, ha már a gyakorlati kivitelezéshez jut az alkalmazkodás kérdése.

Egy konkrét adaptációs eszközhalmaz szerfelett heterogén csoportot alkot. Alappilléreit a *humán erőforrás, a tudatosság fejlesztése, a technológiai és műszaki innovációk, a menedzsmenteszközök megfelelő kiválasztása és a külső szabályozási környezetnek való megfelelés adja*. Mindezek feltelezik a szükséges információk közvetlen és közvetett módon történő áramlását, a horizontális és vertikális integrációt térségi és országos szinten, valamint az egyéni alkalmazkodási tevékenység egy nagyobb, közösségi rendszerbe való bekapcsolását. Kutatásunk-

ban a vizsgált Szentendrei Kistérség szereplői számára az összegyűjtött, rendszerezett, rendelkezésre álló adatok és információk alapján mátrix rendszerű adaptációs eszköztár kidolgozása a cél, mely a gyakorlatban hozzájárulhat a helyi érintettek alkalmazkodóképességének javításához.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy az ágazati érintettség felismerése sok helyen még mindig várat magára, így első lépésként a tudatos döntést megelőző fázist szükséges támogatni (Scott, 2010). Az ismeretek terjesztése és a tudatformálás addig nem jön létre a szolgáltatók és igénybe vevők között, amíg magának a kínálati oldalnak a tájékoztatása az elsődleges. Éppen ezért rendkívül fontos felmérni, hogy jelenleg hol is tartunk a figyelemfelkeltő szakaszban. Fontos feltárni, hogy milyen magatartással és attitűddel rendelkeznek a szereplők a vizsgált témakörrel kapcsolatban, ami megteremtheti a célzott támogatások kialakításának alapját.

Az adaptáció általában nem elszigetelt jelenség, hanem társadalmi, politikai és területi szinteken is együttműködést igénylő folyamat. Egyrészt integrálódnia szükséges a különböző politikákba, másrészt a változások térbeli különbségei miatt fontos a személyre szabott, lokális folyamatok figyelembe vétele, valamint az adott problémával szembenező érintettek és a felettük álló állami, kormányzati szervek együttműködése is alapvető a hatékony megvalósítás érdekében.

Az adaptációs tevékenységeket többféle szempont alapján lehet osztályozni, egyrészt az *időtáv és időzítés szerint*. Ezekben az esetekben a következő adaptációtípusokat lehet megkülönböztetni: rövid vagy hosszú távú, taktikai vagy stratégiai és megelőző, jelenben ható vagy reaktív.

A folyamat indítását jelentő szándék szerint pedig tervezett és spontán alkalmazkodást különítenek el (Smit – Wandel, 2006). A spontán, automatikus reagálás olyan egyéb természeti, gazdasági, jóléti változásokat fed, melyek járulékosan hatnak az adott következményre. A tervezett adaptáció mindig jól átlátható, konkrét beavatkozások, politi-

kai döntések kapcsán jelentkeznek (UKCIP, 2009), ezen belül *mikro és makro jellegű különbséget is lehet tenni, a tervezés területi szintje alapján*.

További szempont az alkalmazkodás építő, illetve csökkentő jellege a szerint, hogy a káros hatásokat csökkentő jellegű tevékenységeket vagy adaptációt segítő információs rendszert, szociális szerkezetet és kormányzati intézkedéseket, akciókat jelent. Formája és alkalmazott eszközei *technológiai, pénzügyi, intézményi, informális, magatartásbeli adaptációt tudnak lehatárolni*.

A tudatosság kérdését az adaptációs folyamatban másféle felosztásban is lehet tanulmányozni, ha a negatív hatások jellegét és a tudatosság mértékét vetjük össze (All – Høyer, 2005). Ez utóbbi csoportosítás szerint *a tudatosság alacsony, illetve magas fokozata alapján explicit és implicit adaptációt* lehet megkülönböztetni az alkalmazkodás közvetlen, célzott, illetve közvetett mechanizmusából fakadóan.

A fentiekben felsoroltak is érzékeltetik, hogy az alkalmazkodás potenciális eszköztára rendkívül széles palettán mozog. A világban és hazánkban is egyértelműen elkezdődött az adaptáció folyamata, azonban nem összehangolt módon történik, ezért egy stratégiaileg jobban kidolgozott megközelítésre van szükség, hogy a gyakorlatban megfelelő időben és hatékony módon jelenjenek meg a különböző módszerek (EU Adaptáció–Fehér Könyv, 2009). A vizsgálatunk eredményeire alapozott kistérségi adaptációs portfólió éppen az alkalmazkodás gyakorlati megvalósításának elősegítését szolgálja a turisztikai szolgáltatók körében.

A VIZSGÁLAT CÉLJA ÉS A VIZSGÁLT TERÜLET TURISZTIKAI JELLEMZÉSE

Az éghajlatváltozás és a turizmus vizsgálati irányainak áttekintését és a lehetséges alkalmazkodási típusok feltérképezését követően, ahogyan azt már a bevezetésben

is jeleztük, kutatásunkban arra kerestük a választ, hogy vajon a hazai turisztikai szolgáltatók egy adott térségben mit is érzékelnek a korábban ismertetett vizsgálatok irányultságaiból. Arra tettünk kísérletet, hogy megvizsgáljuk, vajon a turizmusban érintettek mennyiben figyeltek fel a változásokra, mennyire vannak tisztában a várható hatásokkal és azok következményeivel, illetve ha felfigyeltek valamire, akkor mennyire ismerik a rendelkezésre álló eszközöket stb.

A vizsgálat tárgyát képező Szentendrei Kistérség tervezési-statisztikai szempontból Közép-Magyarországhoz, turisztikai régió szerint Budapest-Közép-Duna-vidékhez, a Dunakanyarhoz mint kiemelt üdülőkörzethez tartozik. A Dunakanyar lehatárolható, amely gazdasági és természeti szempontból is szorosan összetartó. Nem véletlen, hogy a hosszú távú fejlesztések érdekében külön egységként kezelik. A *Dunakanyar Térségi Fejlesztési Tanács* a térség 115 településére vonatkozó, hét középtávú, egymással is egységet alkotó szakstratégiát készítettett a 2006–2015 közötti időszakra. Ezek közül a vizsgálatok szempontjából fontos *Dunakanyar Fenntartható Turizmus Fejlesztési Stratégia* és a *Dunakanyar Természeti és Kulturális Örökségére alapozott Fenntartható Fejlesztési Stratégia* értékelésére került sor. A klímaváltozás és turizmus összefüggéseit egyik dokumentumban sem említik! *Az éghajlatváltozás, a globális felmelegedés jelenlegének megnevezése kizárólag a Fenntartható Fejlesztési Stratégiában kapott helyet.* A stratégia a környezeti és épített tényezők állapotát tárja fel, külön kiemelve a globálisan és regionálisan rájuk ható fő tendenciákat. A klímaváltozás is ilyen terhelő globális folyamatként jelenik meg, többek között az elsivatagosodás, az energiaválság, vízkészletcsökkenés világsszintű problémái mellett. Az adott térségre vonatkozó kapcsolódási pontok nincsenek kifejtve, csupán a 2001-től tapasztalható minimum- és maximumhőmérsékletek szélső irányba való elmozdulását támasztja alá Vác városára vonatkozó hőmérsékleti idősorokkal. Általánosságban

megállapítják, hogy a Dunakanyar térsége kevésbé sebezhető, mivel a Duna kompenzálja az extrém időjárási szélsőségeket. A továbbiakban a pontos helyzetértékelésekben a klímaváltozás nem jelenik meg a veszélyeztető tényezők között. Turisztikai utalásokat is csak mérsékeltten találunk, egyedül a természeti környezetet említik mint az ökoturizmus potenciális erőforrását, szorgalmazzák egy térségi értékleltár kidolgozását, mely a helyi idegenforgalomban is hasznosítható lehetne, valamint felvetik a tömegturizmus lehetőségének veszélyét.

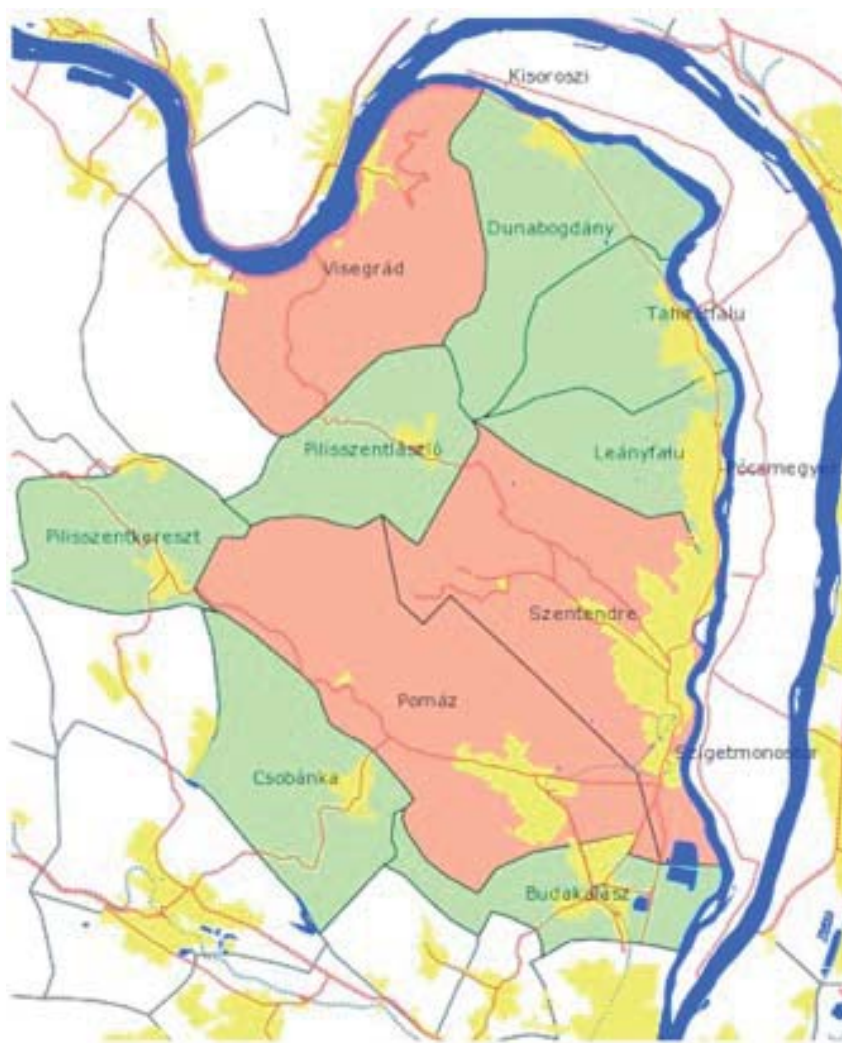
A Szentendrei Kistérség a Dunakanyar jobb partján terül el (lásd 4. ábra). Természeti szempontból is unikális a folyó és hegyvidék találkozása, ami a térség történelmét, a társadalmi és gazdasági folyamatok múltbeli alakulását is determinálta. A Dunakanyar 8 kistérsége és 105 települése közül a Szentendrétől Visegrádig elterülő területen elhelyezkedő 13 település (*Budakalász, Csohány, Dunabogdány, Kisoroszi, Leányfalu, Pilisszentkereszt–Dobogókő, Pilisszentlászló, Pócsmegyer, Pomáz, Szentendre, Szigetmonostor, Tahitótfa, Visegrád*) került a vizsgálatok középpontjába, melynek lehatárolását a helyismeret segítette.

A helyismereten, személyes tapasztalaton túlmenően a kistérség választását több más is indokolta, mégpedig

- egyrészt a települések esetében erős gazdasági függőség jellemzi a turisztikai tevékenységeket;
- másrészt a heterogén természeti környezet és gazdag kulturális háttérből kifolyólag a helyi idegenforgalom nem egy szűk szegmensre fókuszál, hanem a különböző erőforrások széles skálája által számtalan típusával találkozhatunk.

A térségi turisztikai tevékenységek többségét az időjárás alakulása nagyban befolyásolja, hiszen a turizmus keresleti és kínálati oldalán álló szereplők különböző rövid, illetve hosszabb távú döntéseikben kénytelenek mérlegelni az éghajlat várható lokális alakulását. *Alkalmazkodási vizsgálatunk-*

4. ábra

**Jelmagyarázat**

 főváros	 összekötő út
 megyei jogú város	 II. sz. főút
 város	 I. sz. főút
 község	 gyorsforgalmi út
 belterület	 vasút
 vízfelület	

A vizsgált települések – Szentendrei Kistérség

Forrás: VÁTI-TeIR (REMEK)⁷

⁷ TeIR: Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer, REMEK: Regionális, megyei, kistérségi és települési helyzetkép (<https://teir.vati.hu/>)

ban elsősorban a turisztikai ágazat helyhez kötött, szolgáltatói köre került górcső alá. Az alkalmazkodási potenciál felderítéséhez először helyzetelemzést végeztünk a turisztikai tevékenységek kapcsán, felderítve a sérülékenységi lehetőségeit, az adaptáció fő irányvonalainak meghatározása érdekében. Következő lépésként kérdőíves felmérés keretében a mintaterület kiválasztott szereplői elemi tájékozottságának, attitűdjének és hajlandóságának megismerését céloztuk, mert ezek az alkalmazkodási képességet nagymértékben befolyásolják a rendelkezésre álló kapacitásbeli erőforrások mellett. Végül az állapotok, a jövőbeli lehetőségek és a konkrét szereplők motiváltsága alapján célzott, gyakorlati szempontú adaptációs portfólió a kutatás végső eredménye.

A turizmus gazdasági jelentősége a kistérségben egyértelmű, hiszen az országos vendégforgalomban a Balatoni térséget követi. 2008-ban a Szentendrei Kistérségben csaknem 156 ezer éjszakát töltöttek el a belföldi turisták, ami az adott turisztikai régió (Budapest-Közép-Duna-vidék) Budapesten kívüli belföldi forgalmának 30,5%-a. A vendégéjszakák két zászlóshajója Visegrád és Pilisszentlászló. Az idegenforgalmi adó alapján megfordul a kép, az országos jegyzékben Visegrád 50 milliós turisztikai bevételét meghaladja Szentendre a 76 millió forintos bevételével (KSH, 2010).

A térség súlyos turisztikai problémája a tranzitforgalom. Ugyanis az egynapos kirándulásokat eltöltők aránya rendkívül jelentős. A térségben hosszabb tartózkodás csak olyan településekre jellemző, ahol a megfelelő színvonalú szálláshely mellett, a kulturális látnivalókon túl egyéb egészségügyi vagy aktív kikapcsolódási lehetőség is rendelkezésre áll. A Magyar Turizmus Zrt. külön marketingtevékenységet folytat tavasszal és ősszel a térségre vonatkozóan *Vár a Dunakanyar* címmel, hogy oldja a belföldi látogatókra jellemző nagyfokú időbeli koncentrációt a szezon meghosszabbításával.

A kistérség széles palettán mozgó turisztikai tevékenységét az 1. táblázatban látha-

tó mátrix rendszerű összefoglalás szemlélteti. A statisztikai adatokkal alátámasztott folyamatok, a Visegrád, Pilisszentlászló, Szentendre hármas súlyponti szerepe jól kimutatható, ezeken a helyeken a különböző turisztikai tevékenységek alapját képező erőforrások koncentrációja tapasztalható.

A turisztikai értékleltár (1. táblázat) mentén jól körvonalazódik a helyi turisztikai tevékenységek négy fő csoportja, a kulturális; a vízi és egészség-; az aktív, valamint a rendezvényturizmus, természetesen ezen belül további felosztásokra is lehetőség nyílik helyspecifikusan, az egyedi erőforrásoknak megfelelően. Mivel az 1. táblázatban az értékek összevontan szerepelnek, ezért fontos külön kiemelni a szentendrei Skanzen kulturális jelentőségét, Dobogókő komplex sí-, túra- és szakrális turisztikai központi jellegét, valamint Visegrád városának örökségturisztikai értékei (Vár, Palota, Salamon torony, múzeum) mellett jelentős forgalmat realizáló termálvízen alapuló egészségturisztikai szerepét. A felsorolt jelentős attrakciókat egészítik ki a további települések és egyéb szűkebb igényeket kielégítő turizmusfajták, mint például a golf- vagy a lovas turizmus.

A térség egészségturisztikai potenciálja Visegrád gyógyvizén kívül is hangsúlyos, mivel Leányfalun és Szentendrén is folyik termálvíz-hasznosítás, ez utóbbit érinti, hogy újabb kutat találtak a Pap-szigeten, s komplex szállodai beruházást is terveznek a helyszínre.

A szervezeti hátteret a térségben a helyi *Turisztikai Desztináció Menedzsment* (TDM) szervezetek biztosítják, a marketing- és általános információszolgáltató tevékenységet pedig a szentendrei *Tourinform* iroda látja el. Ezek a lokális turizmusfejlesztés központjai, elősegítik a kínálati oldal fogadóképességét és tudatos termékfejlesztését, valamint részt vesznek a különféle operatív pályázatokban is. A *Kistérségi Önkormányzatok Társulása* erősíti a turisztikai potenciált több térségi fejlesztés (túraútvonal, kerékpárút) keretében.

A Szentendrei Kistérség turisztikai katasztere

1. táblázat

	Kulturális és örökségturizmus							Vízi és egészségturizmus				Aktív turizmus							Rendezvény-turizmus		Szálláshely szektor			Egyéb							
	kastély, palota, vár	kúria	templom	tájház, népi lakóház	múzeum	emlékmű, szobor	kálvária	helytörténeti gyűjtemény	tó, horgásztó	folyami kikötő	strandfürdő, dunai strand	fedett uszoda	meleg vizű strand	gyógyfürdő	tanösvény, túraútvonal	országos kéktúra	arborétum, fűvészkert	lovaspark	golf	sípálya	kerékpárút	bob, canopy-pálya	konferencia-helyszín		programok, fesztiválok	magánszálláshelyek*	kereskedelmi szálláshelyek	szálloda	erdei iskola*	utazási iroda	TDM szervezet
Budakalász									X		X						X				X			X							
Csobánka	X		X			X									X								X		X						
Dunabogdány			X			X	X	X	X	X	X				X			X								X					
Kisoroszi			X	X		X		X	X	X	X							X													
Lányfalu		X	X	X		X	X	X					X		X			X			X		X		X			X			
Piliszentkereszt, Dobogókő			X	X	X									X	X	X			X							X	X				
Piliszentlászló			X						X						X			X					X								
Pócsmegeyer			X	X					X	X								X			X										
Pomáz	X	X	X			X	X	X		X					X																
Szentendre		X	X	X	X	X	X	X		X			X		X			X			X		X			X	X	X	X	X	X
Szigetmonostor			X						X	X	X							X			X										
Tahitótfalu		X	X	X					X	X	X				X			X						X							
Visegrád	X		X	X	X	X	X		X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X

* minősített

Forrás: Dunakanyar Fennmartható Turizmusfejlesztési Stratégia (2006) alapján saját szerkesztés

A KISTÉRSÉGI VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI

A Szentendrei Kistérség kiválasztott turisztikai szolgáltatóival 2010 őszén került sor a vizsgálatok lefolytatására. A felmérés irányát három fő célkitűzés határozta meg, mégpedig

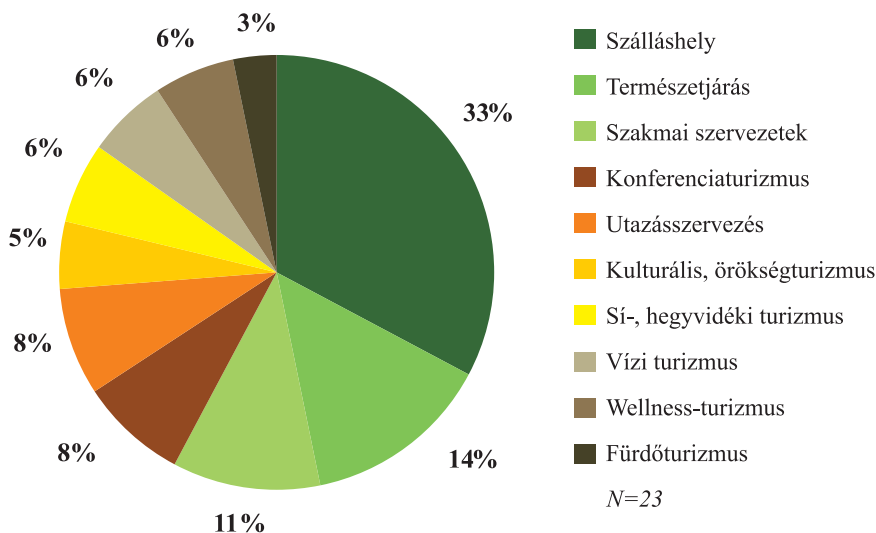
- mennyire tájékozottak az éghajlatváltozással kapcsolatban;
- mennyire tudatosultak a potenciális változások turizmust érintő lehetséges hatásai;
- hogyan képesek alkalmazkodni a várható következményekhez; milyen adaptációs eszközökkel rendelkeznek jelenleg; mik a fő akadályozó tényezők az alkalmazkodásnak.

A szolgáltatókra azért esett a választás, mert egyrészt a helyhez kötöttek, másrészt a fokozott érintettségük miatt fontos tényezők a lokális klímaváltozás kockázatainak csökkentésében. Ahogyan azt már korábban is említettük, a BME 2010. tavaszi, turizmus és klímaváltozás kapcsolatát elemző kutatásában szerepelt a megcélzott szegmens

attitűdjének országos vizsgálata. A 70 megkérdezett szolgáltató szervezettől 26 értékelhető válasz érkezett (32,5%), ami a témakör behatóbb vizsgálatát lehetővé tette.

Annak érdekében, hogy a kistérségi vizsgálatok eredményei országos összehasonlításra is alkalmasak legyenek, a jelen tanulmányban szereplő kérdések 58%-ban megegyeztek a már említett országos kérdőívvel. A megkérdezés e-mailen keresztül kiküldéssel történt, melyet telefonos rákérdezés és igény esetén személyes felkeresés is követett. *A Szentendrei Kistérség turisztikai szolgáltatói közül 45 szereplő került kiválasztásra, ügyelve a területi megoszlásra, valamint a kiemelt attrakciók jelenlétére is. A visszaküldési arány 51%-ot ért el, ami 23 kérdőívet jelent, melyeket mélyinterjúk egészítettek ki. A beérkező kérdőívek megoszlása jól reprezentálja a térség turisztikai kapacitásának területi megoszlását, hiszen 47%-ot Szentendre képvisel, amit 26%-kal Visegrád követ. A válaszadók által végzett turisztikai tevékenységek széles palettáját jól mutatja az 5. ábra. A leghangsúlyosabb szolgáltatás a szálláshelynyújtás, a megkérdezet-*

5. ábra



A válaszadók tevékenységi köreinek megoszlása

Forrás: saját munka

tek között hegyi turistaháztól kezdve magán- és kereskedelmi szálláshelyek is szerepelnek különböző minősítési szinteken, egészen a négycsillagos kategóriáig.

A megkérdezettek 20%-a érdekelt valamilyen természeti értéken alapuló turizmusfajtában, illetve 15%-ának tevékenysége vízen alapul. A kulturális és örökségturizmus arányát mutató 6% nem tűnik hangsúlyosnak, azonban a szentendrei Skanzen és a Visegrádi Múzeum olyan nagyméretű intézményeket képviselnek, melyek véleménye mérvadó a témakörben, főleg az ilyen jellegű turizmustípus fokozott sérülékenysége miatt.

A megkérdezettek éghajlatváltozással kapcsolatos tájékozottságát, meglévő ismereteiket és tapasztalataikat a felmérésben öt kérdés érintette. A megkérdezettek mind-egyike válaszolt a tájékozottságot vizsgáló témakörre és nagy többségük, 70% *önmagát „viszonylag jól” tájékozottnak tartotta*, 13-13% pedig „kimondottan jól”, illetve „nem igazán” tartotta tájékozottnak magát. Kiemelendő, hogy a legtöbb információval rendelkező kategóriát olyan turisztikai szolgáltatók jelölték meg, akiknek tevékenysége közvetlenül kötődik különböző természeti erőforrásokhoz. Az ellentétes oldalon pedig utazásszervezéssel foglalkozó irodák voltak többségben, akik tevékenysége ugyan helyben zajlik, azonban elsősorban kiutaztató turizmussal foglalkoznak, így a lokális időjárás kevésbé érinti őket, az éghajlatváltozást nem érzik releváns problémának.

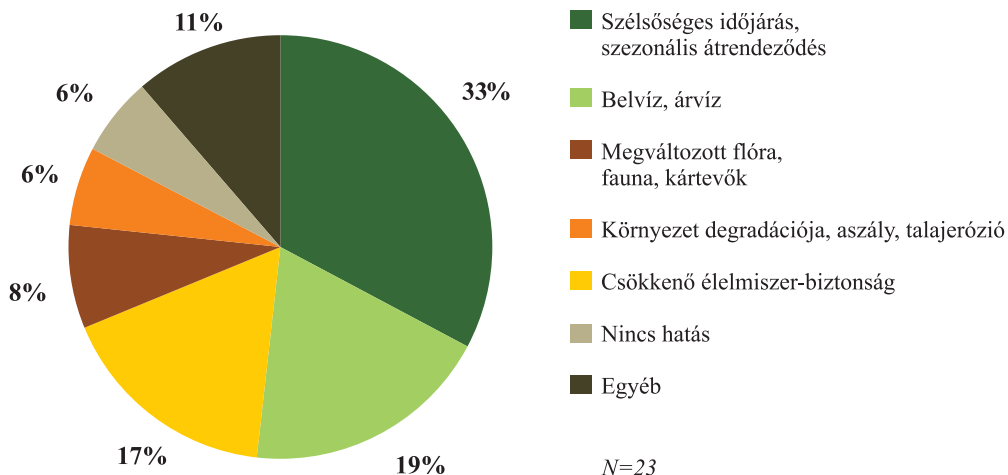
A meglévő ismeretek alapjául szolgáló információk forrásaként a válaszadóknak 10 kategória került megadásra, melyek közül többféle választására volt lehetőség. Ez a kérdés az országos kutatásban is szerepelt, így az eredmények összevethetők. Az első négy forrás mindkét területi szinten (országos-kistérségi) megegyezik, az *internet egyértelműen domináns szerepet tölt be*, a térségi válaszadók 16%-a, míg az országos szervezetek 15%-a használja. A források sorrendjében *két kiugró eltérés tapasztalható*, az egyik, hogy a szakmai szervezetek és folyóiratok hasz-

nálata országos szinten nagyobb arányú, csaknem a kétszerese a kistérségi 7, illetve 6%-nak. A másik ellentétes trend pedig éppen az előző megállapítást egészíti ki, mivel helyi szinten az informális csatornák jelentősége 10% körüli, országosan csupán 6%-ot ér el. Ez a folyamat is alátámasztja, hogy mennyire fontos a helyi érdekelt felek kapcsolatainak, együttműködésének erősítése, megvalósítva egy térségi, belső információ-áramlást.

A többletinformációk igényére vonatkozó kérdésre adott válaszokból világosan látszik, hogy leginkább a helyben alkalmazható megoldási lehetőségekre, illetve a regionális hatásokra kíváncsiak. A válaszadók 55%-a igényel, 45%-a pedig nem igényel a klímaváltozással kapcsolatban további ismereteket. A bővebb információk elutasítása következik az előzőekben bemutatott viszonylag jól tájékozottság magas arányából is. A válaszokból úgy tűnik, sokan nem érzik, hogy miként válhatna a hasznukra a többlettudás. A többletinformációt igénylő megkérdezettek 58%-a külön megnevezte, milyen típusú információs igénnyel rendelkezik, *a válaszok elsősorban a gyakorlatban és a mindennapi döntéshozatalban alkalmazható ismeretekre terjedtek ki.*

A klímaváltozáshoz hozzájáruló tényezőcsoportok vizsgálatának alapvető célja (lásd 6. ábra) a személyes tapasztalatok feltárása volt. *A válaszadók 79%-a úgy gondolta, hogy az emberi hatások járulnak hozzá leginkább a jelenség kialakulásához, míg 21%-uk a természeti hatásokat jelölte meg.* Megjegyzendő, hogy a válaszok 34%-ban mindkét tényezőt megjelölték. A mélyinterjúkkal kiegészített személyes kitöltések alkalmával arra is fény derült, hogy a válaszadás ebben az esetben rendkívül bizonytalan, általában azt a tényezőt jelölték meg, amelyről legtöbbet hallottak, azonban kiemelték, hogy mostanában egyre több ellentétes véleményt erősítő információ jut el hozzájuk, így valójában nem tudnak dönteni. Ehhez a bizonytalansághoz kapcsolódnak a személyes benyomással foglalkozó kérdés során felmerült

6. ábra



A klímaváltozás eddigi hatásai a Szentendrei kistérségben a válaszadók tapasztalatai alapján

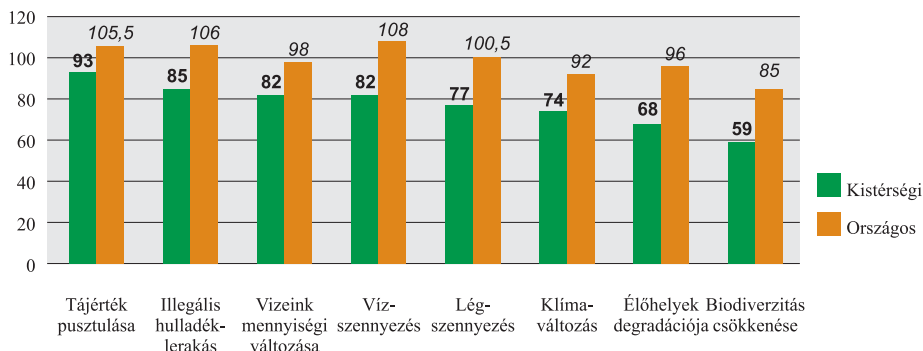
Forrás: saját munka

készségek is. A turisztikai szereplőkkel készített mélyinterjúkban elsősorban a személyes érintettség feltárása volt a cél. Többek között kiderült, hogy központi probléma a válaszadók részéről, hogy milyen hatás köthető a klímaváltozáshoz, a természeti környezetben való változásokról, akár ennek kapcsán megváltozó vendégforgalomról is be tudnak számolni, azonban szakismeret hiányában nem tudják értékelni azokat.

Felmérésünkben a különböző gazdasági ágazatok éghajlatváltozáshoz való hozzájárulására is rákérdeztünk. Az alábbi ágazatokat kellett rangsorolni: ipar, mezőgazdaság, szállítás és közlekedés, építőipar, turizmus és vendéglátás, kiskereskedelem, információ-statisztika. A legnagyobb hozzájárulónak egyértelműen az ipart tartották a válaszadók a kistérségi és az országos felmérésben egyaránt. A konkrét megoszlás szerint a Szentendrei Kistérség turisztikai szereplői 65%-ban az ipart, míg 35%-uk a mezőgazdaságot helyezte első helyre. *A turizmus a gazdasági ágazatokon belül a kistérségi és az országos vizsgálatokban is az 5. helyet érte el.*

A válaszadók attitűdjének vizsgálatakor arra kerestük a választ, hogy milyen klímaváltozáson kívüli egyéb globális tendenciákról gondolják úgy, hogy az a hazai turizmus versenyképességét befolyásolja. E nyílt kérdés kapcsán a megkérdezettek 74%-a fejtette ki véleményét, miszerint az említett problémák széles palettán mozognak, a főbb témakörök között szerepelnek általános gazdasági, társadalmi, környezeti, turizmus-specifikus és biztonsági problémák. A gazdasági-társadalmi aspektuson túl az akadályozó tényezők 20%-a környezeti kérdést érintett, elsősorban a növekvő környezeti terheléssel és az erőforrások fokozódó kihasználásával kapcsolatban. A válaszadók 65%-a egyértelműen kizárólag a gazdasági témakörbe tartozó problémákat sorolt fel, az összes említés arányában 20% pedig konkrétan megnevezte a pénzügyi-gazdasági válság továbbgyűrűző negatív hatását a magyar turizmusra vonatkozóan. Ezen kívül a gazdasági oldal fontos részét képezte a szorosan turizmushoz köthető speciális tényezők 28%-ában, mint például a diszkrecionális jövedelmek csökkenése, az elégte-

7. ábra

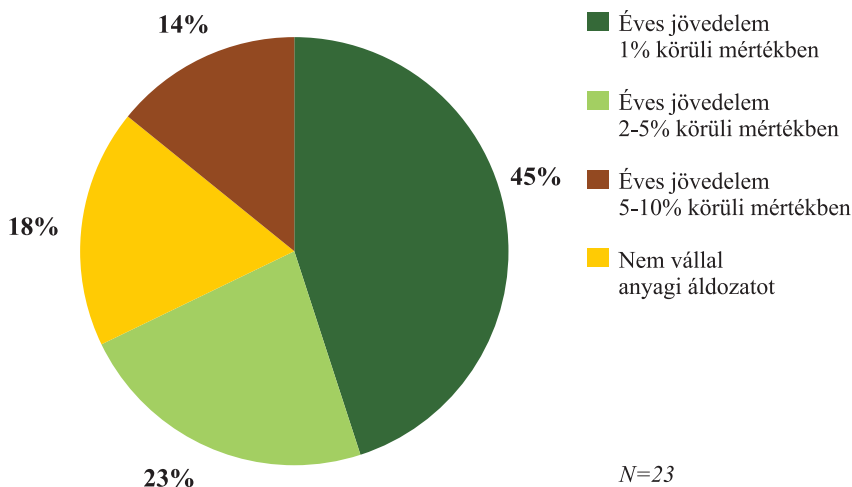


N = 23 (No = 26)

A környezeti károk, jelenségek hazai turizmusra gyakorolt hatásainak megítélése

Forrás: saját munka

8. ábra



N=23

A megkérdezettek fizetési hajlandósága az éves jövedelmük arányában

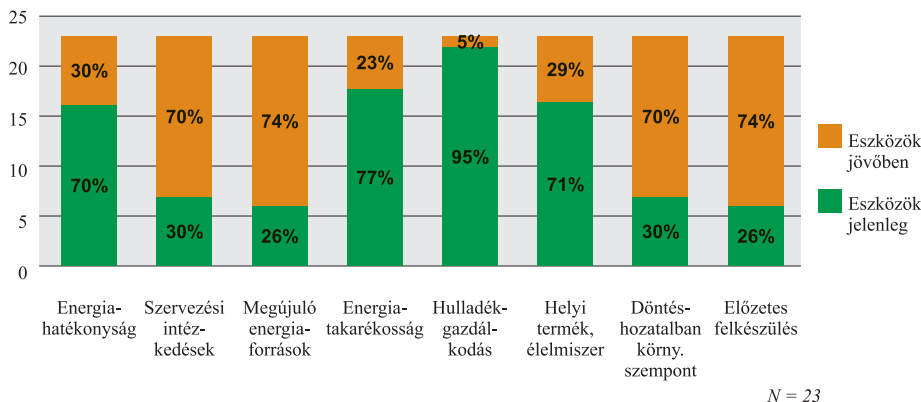
Forrás: saját munka

len pénzügyi támogatottság vagy a magasan kvalifikált szakemberek hiánya. A tisztán társadalmi nehézségek a válaszok szűkebb rétegét alkotják, erről az oldalról a polarizálódott társadalom, a vallási és etnikai szélsőségek erősödése, az idősödő társadalom problémája szerepelt kiemelten, az összes válasz 12%-os arányában.

A megkérdezettek értékítéletét (országos és kistérségi felmérés alapján) a várható környezeti problémák hazai turizmusra gyakorolt hatásainak súlyáról a 7. ábra mutatja.

A nyolc különböző környezeti probléma között a klímaváltozás jelensége is szerepelt abból a célból, hogy kiderüljön, hogy más hátrányos hatások között a válaszadók

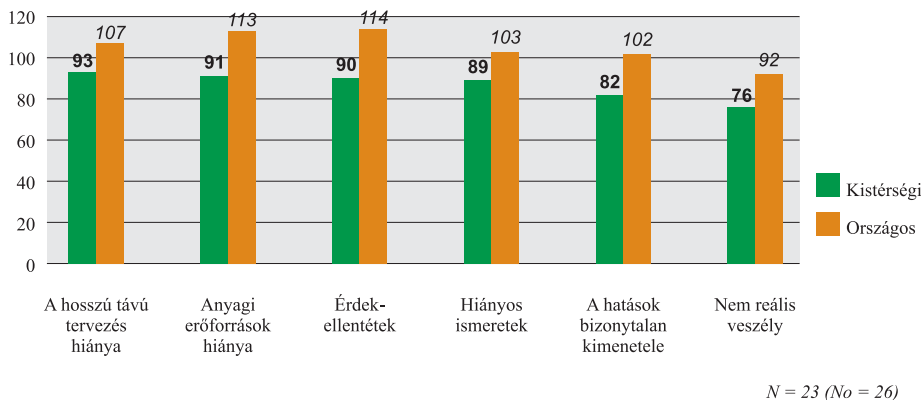
9. ábra



A megkérdezettek jelenlegi és tervezett adaptációs eszközei

Forrás: saját munka

10. ábra



Az alkalmazkodás fő akadályozó tényezői a megkérdezettek megítélése szerint, országos és kistérségi szinten

Forrás: saját munka

hogyan értékelik. Az országos kutatásban utolsó helyre került, míg kistérségi szinten előbbre, a 6. helyre sorolták a problémát.

A kérdőíves vizsgálat harmadik egységét a klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás témaköre alkotta. Többek között vizsgáltuk a felelősség és a beavatkozás kérdését, továbbá kitértünk a turisztikai szektor alkalmazkodásának fő akadályozó tényezőire is. A kérdéscsoporton belül a válaszadók véleményét felmértük oly módon, hogy meg-

kérdeztük, véleményük szerint kinek jut a legnagyobb szerep a hatások mérséklésében. A válaszok többsége (74%-a) a kormányzat (27%), a lakosság (25%), valamint az üzleti szféra (22%) között oszlott meg. Az arányok jól mutatják, hogy a legnagyobb hangsúly az országos szabályozási és támogatási rendszer kialakításán van, ezt követően az adott gazdasági ágazat önálló beavatkozása és a lakosság saját fogyasztási szokásai között oszlik meg a felelősség kérdése. A megkér-

dezt az adott területi szinthez legközelebb álló államigazgatási szereplők, az önkormányzatok szerepét kevésbé fontosnak ítélték.

Az egyéni turisztikai szereplők fizetési hajlandóságát, vagyis az alkalmazkodásra fordítandó anyagi áldozatokat vizsgáltuk a megkérdezettek éves jövedelmének arányában. A kérdés célja az adaptációt elősegítő saját fejlesztésekre fordított anyagi hozzájárulás mértékének felderítése volt. A válaszadási ráta 95,6% volt, vagyis csupán egy válaszadó nem nyilatkozott a kérdésben. A kérdésben a potenciális fizetési hajlandóságra kérdeztünk rá. A 8. ábra mutatja, hogy *csupán 14% nem vállalna semmilyen pénzügyi ráfordítást*, a válaszadók nagyobb része képes volna jövedelméhez mérten a szektorális alkalmazkodást elősegíteni. *A többség (45%) éves jövedelmének 1%-a körüli mértékben tudna anyagi áldozatot vállalni*, a magasabb és alacsonyabb szintű hozzájárulás közel azonos arányban oszlik meg a továbbiakban.

Feltűnő, hogy a nagyobb százalékot jelentő anyagi hozzájárulást elsősorban természeti-környezeti értékekhez közvetlenül kötődő szolgáltatók vállalták, akiknek fő profiljába tartozik a természetjárás, vízi túráztatás. Természetesen egyértelmű, hogy a szálláshelyadás nagyobb méretű szolgáltatóinak 1%-os hozzájárulása pénzügyi szempontból nagyobb értéket képvisel, azonban a hozzájárulások összehasonlíthatósága miatt csupán az arányokat vettük figyelembe.

Egy másik kérdés a turisztikai szolgáltatók jelenlegi és tervezett adaptációs eszköztárának felmérésére irányult. A megkérdezetteknek egy előre megadott potenciális eszközportfólióból kellett kiválasztaniuk, hogy milyen eszközökkel élnek jelenleg, s miket vállalnának a közeljövőben. Az egyes eszközöket az összes említés arányában rangsoroltuk (lásd 9. ábra), illetve az egyes választásokon belül az időhorizontok szerinti százalékos megoszlást is feltüntettük.

A megkérdezett turisztikai szereplők legnagyobb arányban a megújuló erőforrások,

a szervezési intézkedések, a környezeti szempontú döntéshozatal és az előzetes felkészülés alkalmazását szeretnék valamikor érvényesíteni. A válaszadók a jelenlegi állapotokból indultak ki, tehát a kistérségi környezeti információk hiányos helyzete, a turisztikai szervezeti együttműködés elégtelen szintje, a gyakorlatban alkalmazható adaptációs technikák ismereti deficitje és a témakör szerint célzott anyagi támogatások nemléte az egyes eszközök választását is befolyásolta.

Az alkalmazkodás fő akadályozó tényezőinek meghatározása vizsgálatunk egyik fontos célkitűzése volt, hiszen ezek feloldása elősegítheti a gyakorlati megvalósítás felé történő hatékony elmozdulást (10. ábra).

A válaszadók hat állítást értékelték 1-től 5-ig tartó skálán. Ez a kérdés az országos kutatásban is szerepelt, így összevetve vizsgálható az egyes tényezők jelentősége. Az országos és a kistérségi válaszadók értékeit némi eltérést mutatnak, kistérségi szinten az első négy probléma közel azonos mértékű hangsúlyt kapott, melyek közül a hosszú távú tervezés és az anyagi források, pénzügyi támogatás hiánya kiemelten akadályozó tényezőnek számít, az összes válaszadó arányában 91, illetve 77% 4-es vagy 5-ös értéket rendelt az állításokhoz. Országos szinten kiugró mértékben az anyagi erőforrások és az érintettek között feszülő érdekellentétek befolyásolják leginkább az adaptáció elmaradását. Az akadályozó tényezők között egyfajta hierarchikus sorrend is megfigyelhető, az egyes lehetőségek egymást feltételezik.

A gyakorlati megvalósítás első és nélkülözhetetlen lépése magának a cselekvési hajlandóságnak a megjelenése. Amennyiben az egyes turisztikai szereplők részéről hiányzik a szándék és az akarat, hogy valós problémaként kezeljék az éghajlat átalakulását, a várható hazai hatásokat, addig nem fognak elindulni olyan folyamatok, amelyek elősegítik a vertikális-horizontális szervezeti együttműködést.

A SZENTENDREI KISTÉRSÉG TURISZTIKAI ADAPTÁCIÓS PORTFÓLIÓJA (TAP)

A klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodásban *az egyik kulcsszó a környezetbiztonság*. Fontos célkitűzés a különböző tevékenységek segítségével a várható kockázatok csökkentése, továbbá a megfelelő intézkedésekkel egy viszonylag stabil környezet biztosítása a gazdaság és a társadalom számára. A környezetbiztonság nem valósítható meg egyszeri intézkedések által. A klímaváltozás olyan jelenség, amely mechanizmusaiban újra és újra módosul, így az ezekhez való alkalmazkodás esetében is elvárt a folyamatosság.

Adott térségi adaptációs lehetőségek és eszközkombinációs javaslatok megfogalmazásának elengedhetetlen feltétele az érintett szereplők ismereteinek, elvárásainak és az alkalmazkodás jelenlegi fázisának a feltérképezése. Eddigi vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a Szentendrei Kistérség turisztikai szolgáltatói egyéni szinten már részt vesznek bizonyos adaptációs folyamatokban. A kérdőíves felmérés azt is kimutatta, hogy bizonyos környezettudatos magatartás járulékos hatásaként a szektorális adaptációt is elősegítik. A vizsgálatban feltárt tudásbeli hiányosságok, valamint az egyik kistérségi turisztikai szakmai szervezettel (Szentendrei TDM) folytatott mélyinterjú, illetve a jelenleg is érvényes stratégiai dokumentumok egyaránt alátámasztják, hogy *a klímaváltozás jelenségét inkább globális folyamatként tartják számon az érintettek, melynek így nem is tulajdonítanak regionális, lokális jelentőséget*.

A változó környezeti erőforrások és a szélsőséges időjárási körülmények kapcsán jelentkező negatív következmények és hatások esetében jellemző a kárelhárító, utólagos, követő alkalmazkodás, a *proaktív szemlélet egyik szereplő gazdasági tevékenységét sem határozza meg*. A kistérségi együttműködés alapjait most kezdik el kiépíteni, mind

a szentendrei, mind a visegrádi turisztikai desztinációs szervezet még csak most formálódik, ami biztató kezdet. Eddig a kistérségi önkormányzatok társulása volt az egyetlen olyan csoportosulás, melyen keresztül a belső térségi információk áramlása megvalósult, azonban ennek nem a turizmus áll a fókuszában.

A környezet- és klímabiztonság megteremtésének fő letéteményese maga a humán dimenzió, egyéni és közösségi szinten egyaránt. A turisztikai ágazat adaptációjának nehézségét az adja, hogy rendkívüli módon összefonódik más gazdasági szektorok tevékenységével, továbbá olyan erőforrásokkal gazdálkodik, amelyek nem kizárólagosan a turisztikai szolgáltatást szolgálják. A szektorális felelősség jelentős, mivel a turizmus teremti meg a helyi lakosság életminőségének alapfeltételeit, biztosítja jövedelmeinek jelentős részét mindamellelt, hogy terheli a kritikus és szélesebb körű infrastruktúrát, mely fokozottan ki van téve az éghajlatváltozás okozta problémáknak. Ez utóbbit a kérdőíves kutatás is megerősítette, hiszen a válaszadók az állami szerepvállalás, a lakosság és az üzleti szféra szerepét az alkalmazkodásban közel azonos mértékűnek tartották. Ennek ellenére *összességében a vizsgált kistérségben a klímaváltozás kérdése még a figyelemfelkeltő, tudatosító fázisban van, így az alkalmazkodás is spontán jellegű, sőt a jövőben alkalmazni kívánt eszközök közül is a legkevésbé népszerű az előzetes tervezés menedzsmentben való megjelenése volt*.

A hatékony alkalmazkodás elősegítése érdekében dolgoztuk ki a Szentendrei Kistérségre vonatkozó Turisztikai Adaptációs Portfóliót (2. táblázat), mely az adaptáció öt típusa (technológiai, menedzsment, magatartás, oktatás, politikai) szerint mutatja be az érintettek különféle csoportjainak (utazásszervezés, szálláshely-szolgáltatás, egyéb szolgáltatás, szakmai, érdekvédelmi szervezetek) javasolt lehetséges eszközöket.

A helyi TDM-szervezetek elsődleges feladatukként a turizmus versenyképességének

A Szentendrei Kistérségi Turisztikai Adaptációs Portfolio

2. táblázat

ADAP-TÁCIÓ TÍPUSAI	UTÁZÁSSZERVEZÉS	SZÁLLÁSHIDNY-SZOLGÁLTATÁS	ÉRTÉKTEK	EGYÉB SZOLGÁLTATÁS	SZAKMAI, ÉRTÉKVÉDELMI SZERVEZETEK
TECHNOLÓGIAI	<ul style="list-style-type: none">• „Zöld” iroda koncepció a működés során• Irodai munkák optimalizáció• Vízakarékos technológiák (felhasználás, öblítés)• Energiatakarékos és hatékony technológiák• Hulladékgazdálkodás (szelektív gyűjtés, újrahasználat és hasznosítás)	<ul style="list-style-type: none">• Nap, hőszég elleni árnyékolás, faültetés• Vízakarékos technológiák (gyűjtés, felhasználás, öblítés)• Energiatakarékos és hatékony technológiák (épület, műszaki eszközök, fűtés-hűtés)• Hulladékgazdálkodás (szelektív gyűjtés, újrahasználat és hasznosítás)• Megújuló energiatárolások (napelem és kollektor, geotermikus)• Turisztógadás feltételeinek javítása (alternatív közlekedés)	<ul style="list-style-type: none">• <i>Színvonal</i>: műhó, hóágyúzás• <i>Fürdő</i>: fokozott árnyékolás, nap elleni védelem, vízkarékos technológiák a nagyteretű felhasználás miatt,• <i>Frisztó pontok</i>• <i>Szabadterti rendezvények</i>: árnyékolás, frisztó pontok, menedék, biztosítás szélösszöges időjárás esete• <i>Építeti örökségek</i>: fokozott állagmegóvás, védelem az extrém jelenségekkel szemben (rendkívüli hőszég, csapadék)		<ul style="list-style-type: none">• „Zöld” iroda koncepció a működés során• Irodai munkák optimalizáció• Korai figyelmeztető rendszer, meteorológiai szolgáltatást való egyttműködés• Közös webooldal: információnyújtás az érmített turisztikai szereplőknek; területi információs rendszer
MENEDZSMENT	<ul style="list-style-type: none">• Kockázatmentezsmment• Klíma- és környezeti szem-pontok a döntéshozatalban• Termék- és piachverzifikáció, alternatív termékek, célterületek szélesebb köre	<ul style="list-style-type: none">• Kockázatmentezsmment• Klíma- és környezeti szempontok a döntéshozatalban• Előzetes felkészülés extrém eseményekre (katasztrófa-, klímaterv)• Akciótervek a gyors reagálás érdekében• Vallalaton belüli tréning			<ul style="list-style-type: none">• A negatív hatásokkal szembeni ágazati, stratégiai fellépés elősegítése• Terségi fejlesztési koncepció, terv kiakiktása klímazsmpontok integrációjával együtt• APELJ alkalmazása desztinációs menedzsmentben• Nivódíj, terségi termékmárkázás, minősítő védjegy kiakiktása
MAGATARTÁS	<ul style="list-style-type: none">• Utasok átirányítása fokozottan érmített terségekből• Fakultatív programok ajánlása• Biztosításkötés (vis maior események)	<ul style="list-style-type: none">• Naprakész információk az időjárásról• Alternatív nyújtása, zárt térben zajló programok szervezése• Helyi termékek, erőforrások prioritása a beszerzések során	<ul style="list-style-type: none">• Furdó: időjárás-előrejelzés, tájékoztatás, UV-védelem		<ul style="list-style-type: none">• Tourinform rodok, turistikák tájékoztatása, időjárásviszonyok figyelemmel követése
OKTATÁS	<ul style="list-style-type: none">• Tájékozatlás, félétösszegteljes turizmus ismertetése az utasok között, alternatív nyújtása	<ul style="list-style-type: none">• Vendégek és az alkalmazottak „környezeti” nevelése, „viselkedési kódex” terjesztése (vízhaználnát, hulladékkezelés, egyéb környezeti zsmpontok)			<ul style="list-style-type: none">• Kampany, oktatás, továbbképzés az új technológiákról, adaptációs eljárásokról• Terségi turisztikai ör umok• Egyttműködés elősegítése, legjobb gyakorlatok terjesztése• Egyseges „turista viselkedési kódex” elfogadása, terjesztése a szolgáltatók, majd a vendégek között• TDM-szervezetek tanácsadása, kiadványok
POLITIKAI	<ul style="list-style-type: none">• Jogszabályoknak, a külső szabályozó környezetnek való megfelelés• Biztosítási ágazati új elvárásainak való megfelelés	<ul style="list-style-type: none">• Jogszabályoknak, a külső szabályozó környezetnek való megfelelés			<ul style="list-style-type: none">• Politikai lobbó koordinálása• Klímazsmpontok integrálása a terségi szintű turizmusfejlesztés és -tervezésbe• logi és pénzügyi támogatási rendszer feltételepezése, a terségi pályázatlás elősegítése

Forrás: saját szerkesztés

növelését tartják, azonban fontos lenne, hogy a kockázatmenedzsment eszközt is integráltan alkalmazzák a szervezeti működésük során, így tagjaikra nézve is. *Az UNEP kidolgozott egy speciális kockázatsökkentő metódust (APELL⁸), mely lokális szinten is alkalmazható (UNWTO, 2008).* A program közösségi szintű integrált alkalmazása a váratlan hatásokra való előzetes felkészülést segíti. Egyértelműnek tűnik, hogy a problémakörben célt elérni ágazati stratégiai felépítéssel lehet, melynek egy megfelelő horizontális rendszerbe is szükséges beépülnie. A kapcsolódó stratégiai dokumentumok jól mutatják, hogy ugyan országos szinten már megjelent a turizmus-éghajlatváltozás viszonyrendszerének fontossága, azonban térségi szintre ezek a hatások még nem gyűrűztek tovább.

A turisztikai szolgáltatók szerepe a fenti felsorolás ellenére szintén elengedhetetlen, bár vannak bizonyos külső alapfeltételek, amelyek egy valós adaptációs folyamatban elvárásaként jelentkeznek, azonban ez nem csökkenti az alulról induló szerveződések, egyéni vállalatok jelentőségét. A helyes adaptációs stratégia alkalmazásához – a megfelelő eszközökön túlmenően – az alábbi hat ismerv többségének teljesülése elengedhetetlen feltétel (Turton et al., 2010):

1. Bizonyosság, a klímaváltozás jelenségeinek elfogadása.
2. A kockázatok csökkentésének szándéka, motiváció.
3. Új technológiai eljárások demonstrációja, megismerése.
4. Jogi és pénzügyi állami, központi támogatási rendszer.
5. Egyéb, saját erőforrások megléte az egyéni alkalmazkodó szintjén.

6. Monitoring és értékelés, a klíma alakulásának folyamatos követése.

A 2. táblázat a Szentendrei Kistérségre vonatkozóan mutatja be adaptációs típusonként és turisztikai alszektoronként a lehetséges eszközöket a térségre szabottan. Az egyes tevékenységi körökhöz kapcsolódó specifikumok figyelembe vétele mellett általános eljárások is szerepelnek, melyek egységesen érvényesek. Egyes felsorolt technikák jelenleg is megtalálhatók, azonban gyakran csupán izolált tevékenységekről van szó, egyéni lehetőségekkel nincsenek összhangban és egy tudatosan tervezett, környezetierőforrás-szemponitú működés részét sem képezik. Fontos, hogy az érintett szervezetek felismerjék, hogy elemi érdekük ezeket az eszközöket alkalmazni és együtt kezelni, hogy a gazdasági működésük is hosszú távon fenntartható, a külső környezeti stresszhelyzetekkel szemben ellenálló, biztonságos folyamat legyen. A Térségi Adaptációs Portfólió eszköztára más térségek számára is segítséget nyújthat a gyakorlati megvalósítás érdekében.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja. Az MTA–BCE Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz kutatócsoport keretében pedig az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/01KMR-2010-0005 programja nyújt támogatást.

⁸ APELL: Awareness and Preparedness for Emergencies at the Local Level (Lokális felkészültség a vészhelyzetek kezelésére)

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) ALL, C. – HØYER, K. G. (2005): Tourism and Climate Change Adaptation: The Norwegian Case. In: Hall, C. M. – Higham, J. (eds.): Tourism, recreation and climate change. Aspects of Tourism Series 22: 209-221. pp. (2) BAROS Z. – DÁVID L. (2007): Globális klímaváltozás és fenntartható turizmus. „KLÍMA-21” Füzetek, MTA-BCE Kutatócsoport, Klímavédelmi Kutatási Koordinációs Iroda, MTA KSZI, 49. sz. 66-74. pp. (3) BUDAI Z. (2003): A globális időjárás-változás lehetséges hatásai a turizmusra. Turizmus Bulletin, 2003/1. 23-27. pp. (4) CSETE M. – HARAZIN P. – IJJAS F. – PÁLVÖLGYI T. – PÉTERNÉ BARANYI R. – SZLÁVIK J. (2010): Útikalauz a klímabarát turizmushoz. (Szerk.: Csete M.) Készült a KvVM – ÖM megbízásából. BME Környezetgazdaságtan Tanszék (A dokumentum letölthető a magyar állami természetvédelem hivatalos honlapjáról: http://www.termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/Okoturizmus/Utikalauz_klimabarát_turizmushoz.pdf) (5) Dubois, G. – Ceron, J. (2006): Tourism and Climate Change: Proposals for a Research Agenda. Journal of Sustainable Tourism, 14: 399-415. pp. (6) Dunakanyar Fenntartható Turizmus Fejlesztési Stratégia 2006–2015. (7) Dunakanyar Természeti és Kulturális Örökségére alapozott Fenntartható Fejlesztési Stratégia 2006–2015. (8) Európai Unió Adaptáció (2009): Fehér könyv: Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás: egy európai fellépési keret felé. (9) HADEN, L. (2007): Tourism and Climate Change. Travel & Tourism Analyst No.1, February (10) KSH (2010): Jelentés a turizmus 2009. évi teljesítményéről. (11) RÁTZ T. (2006): Az éghajlati és időjárási tényezők szerepe az utazási magatartás befolyásolásában. Turizmus Bulletin 10 évf. Különszám 42-53. pp. (12) SCOTT, D. – PEETERS, P. – GÖSSLING, S. (2010): Can tourism deliver its „aspirational” greenhouse gas emission reduction targets? Journal of Sustainable Tourism, 18 393-408. pp. (13) SMIT, B. – WANDEL, J. (2006): Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. Global Environmental Change, 16 282-292. pp. (14) SMITH, J.B. – SCHELLNHUBER, H-J. – MIRZA, M.M.Q. – FANKHAUSER, S. – LEEMANS, R. – LIN, E. – OGALLO, L. – PITTOCK, B. – RICHEL, R.G. – ROSENZWEIG, C. – TOL, R.S.J. – WEYANT, J.P. – YOHE, G.W. (2001): *Vulnerability to climate change and reasons for concern: a synthesis*. In: McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S. (eds.): Climate change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. (Chapter 19) Cambridge University Press, Cambridge, 913-967. pp. (15) Stern Review (2006): The Economics of Climate Change. (http://www.hm-treasury.gov.uk/idependent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm) (16) SZÉCSI N. (2010): A turisztikai szektor adaptációs lehetőségei a klímaváltozás hatásaihoz – a Szentendrei Kistérség példáján keresztül. TDK dolgozat. BME Környezetgazdaságtan Tanszék, Budapest, 2010. 70 p. (17) TURTON, S. – DICKSON, T. – HADWEN, W. – PHAM, T. – SIMMONS, D. – TREMBLAY, P. – WILSON, R. (2010): Developing an approach for tourism climate change assesment: evidence from four Australian case studies. Journal of Sustainable Tourism, 18, 429-447. pp. (18) UKCIP (2009): UK Climate Impacts Programme. (http://ukcip.org.uk/index.php?option=com_content&task=view&id=55&Itemid=9) (19) UNWTO (2003): Climate Change and Tourism. Proceedings of the 1st International Conference on Climate Change and Tourism. Travel Research International from World Tourism Organization data. (20) UNWTO (2008): Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges (<http://www.worldtourism.org/sustainable/climate/final-report.pdf>) (21) WITT, S.F. – WITT, C.A. (1995): Forecasting tourism demand: a review of empirical research. International Journal of Forecasting 11, 447-475. pp.

JÁTEKELMÉLET HASZNÁLATA A KLÍMAVÁLTOZÁS VIZSGÁLATÁNÁL

TURCHÁNYI MIKLÓS – GAAL GYULA – TÖRÖK ÁDÁM

Kulcsszavak: klímaváltozás, játékelmélet, stratégiák, emberi viselkedés, statisztika.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A klíma megváltozása, a környezet védelme, a fenntartható fejlődés napjainkban a műszaki, a gazdasági, a társadalmi életben megkerülhetetlen. Számos cikk foglalkozik az emberi eredetű klímaváltozással vagy éppen cáfolásával a hazai, illetve nemzetközi szakirodalomban egyaránt. Cikkünk célja a klímaváltozással kapcsolatos gazdasági ismeretek játékelméleti modellbe történő rendezése és értékelése a matematikai statisztika eszközeivel. A játékelmélet a racionális döntéseket képes bemutatni, ellenben a Kiotói Egyezmény szerény célkitűzéseinek meg nem valósulását nehéz feladat racionálisan értékelni. A jövő generációinak érdeke szemben állhat a jelenkor egyéneinek pillanatnyi kényelmével, gazdasági törekvéseivel vagy számtalan egyéb, nehezen meghatározható céljával. Cikkünkben játékelméleti modellünk és matematikai statisztikai elemzésünk segítségével bemutatjuk, hogy habár nincsen tudományos konszenzus az emberi eredetű klímaváltozásról, az emberi társadalom viselkedésén és gondolkodásmódján változtatni szükséges.

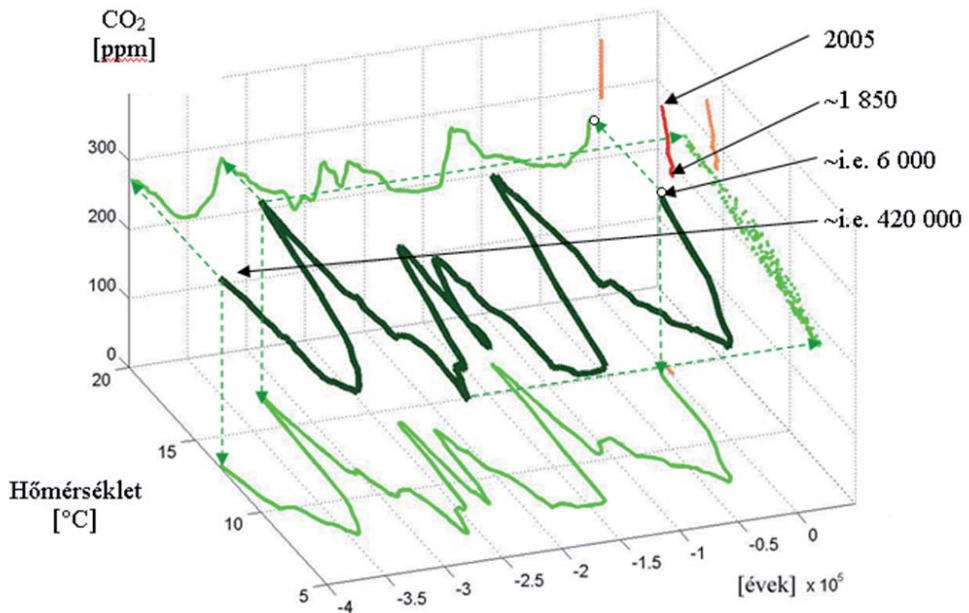
BEVEZETÉS

A klímaváltozás a mindennapi társalgásban is egyre kevésbé számít újdonságnak, azonban aktualitása a természettudományos és a műszaki életben a hétköznapi megítéléstől független. A modern társadalom életvitelét jelenleg olyan technológiák tartják fenn, amelyek közvetlenül hatnak a környezetre. A mai emberiség technikai és tudományos lehetőségei révén beláthatja, hogy az egyén életében a kényelmi lehetőségek szemben állnak az eljövendő generációk életkörülményeinek lehetőségével. Együtt és egyenként is hatnak a Föld klímájának alakulására. E lehetőségeket rendeztük játékelméleti modellbe. Nagy utat járt be a stratégiai problémák

elmélete, melyet ma világszerte a racionális döntéshelyzetek modellezésére alkalmaznak.

A „*fenntartható fejlődés*” fogalma olyan fejlődést takar, amelynek lényege, hogy a gazdasági-műszaki fejlesztés ütemét és a növekvő fogyasztási igények kielégítését, valamint a Föld nyersanyagkészleteinek és erőforrásainak felhasználását oly módon indokolt egyensúlyban tartani, hogy az emberiség következő generációinak lehetőségei, életszínvonala és életkörülményei ne legyenek rosszabbak a jelenleginél. Ugyan a szén-dioxid mellett más – az emberiség által kibocsátott – gázok is felelősek a klímaváltozásért, mégis részaránya miatt a továbbiakban csak a szén-dioxiddal foglalkozunk (1. ábra).

1. ábra



A földi átlaghőmérséklet [°C] és az átlagos légköri szén-dioxid-koncentráció [ppm] alakulása az emberi beavatkozás előtt (zöld) és az emberi beavatkozás hatására (piros)

Forrás: Török, 2008

A KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS AZ EMBERISÉG KAPCSOLATÁNAK JÁTÉKELMÉLETI MODELLEZÉSE

A játékelmélet konfliktusos szituációk matematikai modellezésével és ezen modellek vizsgálatával foglalkozik, vagyis olyan játékokkal, amelyekben a résztvevőknek a játék kimenetére ellenőrizhető módon befolyásuk van.

- A *játék* a játékosok lehetséges viselkedését és a lényeges körülményeket meghatározó szabálysor által leírt folyamat.

- A *stratégia* a szabályokat alkalmazó, az ellenfél döntéseit felhasználó módszer:

- Egy adott N játékoshalmazra jelölje $S = S_1 \times \dots \times S_{|N|}$ a játékosok tiszta és $X = X_1 \times \dots \times X_{|N|}$ a kevert stratégiáit, ahol $X_i \subseteq R^S \forall i \in N$. Ha $s_i \in S$ és $\sigma_i \in X$,

akkor jelölje $\sigma_i(s_i)$ annak a valószínűségét, hogy az i játékos a σ_i kevert stratégiát játszva az s_i tiszta stratégiát választja. Világos, hogy $\sum_{s_i \in S} \sigma_i(s_i) = 1$.

- *Hasznosság*: az $U : S \rightarrow R^N$ hasznossági függvény megmutatja, hogy egy adott stratégiavektor milyen kifizetést eredményez az egyes játékosok számára. Legyen továbbá $u : X \rightarrow R^N$ a kevert stratégiákra vonatkozó hasznosság, ha $u_i(\sigma) = \sum_{s \in S} (U(s) \Pi_i \in N \sigma_i(s_i))$ teljesül (Horváth, 2001).

Az e cikk alapjául szolgáló játékelméleti modell (2. ábra) kétszereplős: szereplői az *emberiség* és a *természet*.

E cikkben a modell lehetséges kimeneteleit járjuk végig, majd az eredményt a matematikai statisztikai eszközök segítségével értékeljük. Mint minden modell, ez is köze-

2. ábra

		Természet	
		Érzékeny az emberiségre	Nem érzékeny az emberiségre
Emberiség	Az emberiség tekintetbe veszi a természet érzékenységet		
	Az emberiség nem veszi tekintetbe a természet érzékenységet		

Alapmodell

Forrás: saját szerkesztés

lítéseket, feltételezéseket tartalmaz. Az emberiséget és a természetet két külön szereplőnek tekintjük.

Az alapmodell feltöltése

Játékelméleti modellünk úgy tud segíteni minket a valósággal kapcsolatos következtetésben, hogy a két játékos kétféle döntését bemutató 2×2-es kifizetési mátrixot kitöltjük, és a lehetséges kimenetelekből következtetünk vissza. A természet és az emberiség sokszínűségéről vagy ezek változásáról sokféleképpen lehet értékelést végezni. Ebben a cikkben az emberiség számára jelentkező költségek szempontjából kerestük a lehetséges kimeneteleket. Az alapmodell így a 3. ábrán látható módon került feltöltésre.

A kimenetelek előtt zárójelben olyan jelölést alkalmaztunk, mely kifejezi a tételek jelenlegi környezeti és gazdasági körülményeihez képest hosszú távon várható globális költségeit.

Ezek után számszerűsítettük a tételeket, hogy az eredményt matematikailag értékelni lehessen. Az enyhébb természeti károk esetében abból indultunk ki, hogy a globális felmelegedés 2100-ig nem haladja meg a 2 °C-ot az iparosodás előtti szinthez képest. E globális érték értelemszerűen azt jelenti, hogy helyenként ennél magasabb értékek is előfordulhatnak (1. táblázat).

A fejlesztések, beruházások sarokszámait egyelőre nehéz megbecsülni; a megvalósulandó ütemezésen és sok, egyelőre ismeretlen gazdasági tényezőn múlhat az eredmény. A mai mérvadó becslések eredményeit mutatja be a 2. táblázat.

Az összehasonlítás miatt maradva a 2050-re becsült 110*10¹² évi világ gazdasági teljesítménynél, a fejlesztésekre és beruházásokra fordítandó összeg 1100 Mrd USD. Az *IEA* és *Dennis Anderson* eredményeiből kiindulva 37,3 GT CO₂-megtakarítás származik. Ez 25 USD/tonna értékkel és az eddig is kalkulált (2050) GDP-vel számolva a 2050-es

3. ábra

		Természet	
		Érzékeny az emberiségre	Nem érzékeny az emberiségre
Emberiség	Az emberiség tekintetbe veszi a természet érzékenységet	(+) enyhébb természeti károk (+) fejlesztések, beruházások (-) hatékonyabb technológiák	(+) fejlesztések, beruházások (-) hatékonyabb technológiák
	Az emberiség nem veszi tekintetbe a természet érzékenységet	(+++) súlyos természeti károk	0

Alapmodell tételei

Forrás: saját szerkesztés

1. táblázat

Régiók természeti károkból eredő költségei

Régió	Kiemelt esemény	Várható felmelegedés [°C]	Károk a GDP %-ában	Megjegyzés
USA	hurrikánok	3	0,13	6%-kal erősebb szélerősség
	élelmiszer-drágulás		0,02	1 méteres tengerszint-emelkedés
Egyesült Királyság	árvizek	3,5	0,30	infrastruktúra karbantartása költségnövekedése
Európa	élelmiszer-drágulás		0,015	vízvédelmi költségek
Globálisan		2	0,75	A 2007-es GDP-hez képest

Forrás: Stern, 2006

GDP 0,85%-a, vagyis 932,5 Mrd USD lesz az eredmény. A súlyos károk költségeihez kiindulást ad a 4. ábra.

Amennyiben az emberiség nem költ üveg-házhatást csökkentő beruházásokra, úgy a 750 ppm légköri CO₂-mennyiség és az ezzel járó 6 °C-os átlaghőmérséklet-emelkedés 2050-ig bekövetkezik. Ennek hatásait (szárazságok, árvizek, szegénység, éhezés, nép-vándorlások) nehéz mérni. A játékelméleti modell költségbecsléséhez a 6. ábrából leolvassva a súlyos természeti károk esetére 7700 Mrd USD-t kapunk eredményül.

A hatékonyabb technológiák várható eredményéről az 5. ábra mutatja be három kutató-program (IPCC, IEA, Dennis Anderson) eredményeit.

Az IEA és Dennis Anderson eredményeiből kiindulva 37,3 GT CO₂-megtakarítás származik. Mindhárom tanulmány 25 dollár/nem kibocsájtott CO₂ tonna átszámítást ad, vagyis az eredmény éves megtakarításban 932,5 Mrd USD.

Alapmodellünk tehát a 6. ábrán látható.

JÁTÉKELMÉLETI ÉRTÉKELÉS

A következőkben a matematikai statisztika eszközeinek segítségével értékeltük az eredményt. Ehhez definiálni kell néhány játékelméleti fogalmat.

2. táblázat
Becslések a technológiai beruházásokról

Körülmény	Költségigénye a GDP %-ában
pesszimista technológiafejlődés	3,3
optimista technológiafejlődés	-1,0
alacsony kőolaj- és földgázárak	2,4
magas kőolaj- és földgázárak	0,2
magas áron megvalósított CCS	1,9
alacsony energiaszükséglet-növekedés	0,7
magas energiaszükséglet-növekedés	1,0
összesítő	1,0

Forrás: Stern, 2006

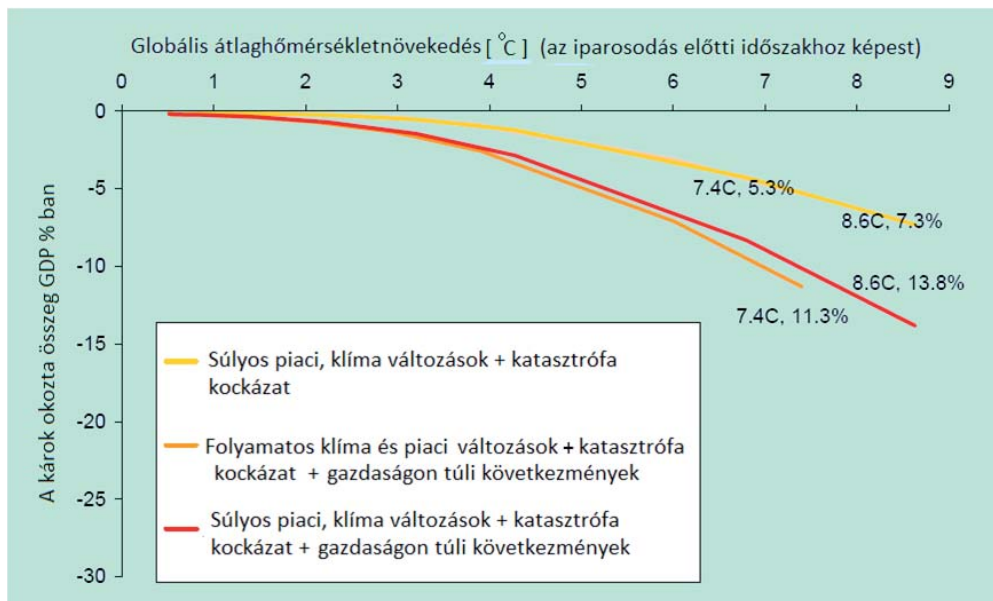
A kimenetek dominanciája

• *Kimenetel*: Az (x, P) párt, ahol $x \in R^N$ a kifizetésvektor, és P a játékosoknak egy partíciója, kimenetelnek nevezzük, ha az x vektorra teljesül, hogy $\forall S \in P : X(S) = V(S)$ (megvalósítható és hatékony), illetve $\forall i \in N : X_i \geq v(\{i\})$ (egyénenként racionális).

• *Kimenetel dominanciája*: Az (x, P) kimenetel dominálja az (y, Q) kimenetelt, azaz $(x, P) > (y, Q)$, ha létezik olyan $S \in P_{x_i \geq y_i \forall i \in S}$ és $x_i > y_i$.

Ezek után az emberiség racionális stratégiájának kiválasztásához csak össze kell

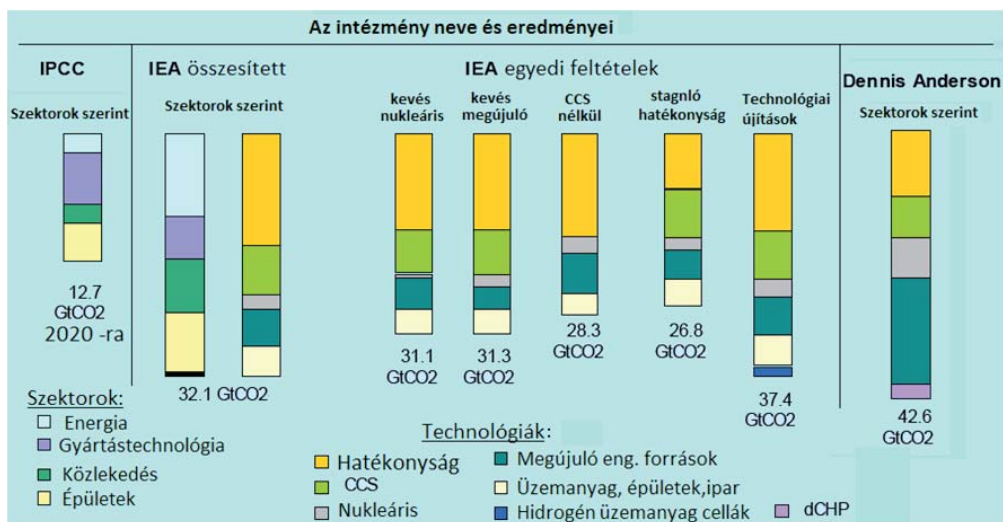
4. ábra



A súlyos felmelegedés költségei

Forrás: Stern, 2006

5. ábra



Megtakarítási lehetőségek

Forrás: Stern, 2006

6. ábra

[milliárd USD/év]		Természet		Összes költség
		Érzékeny az emberiségre	Nem érzékeny az emberiségre	
Emberiség	Az emberiség tekintetbe veszi a természet érzékenységét	990	165	1155
	Az emberiség nem veszi tekintetbe a természet érzékenységét	7700	0	7700
	Összes költség	8690	165	

Az alapmodell számszerűsítése

Forrás: saját szerkesztés

adni a sorokban szereplő összegeket (6. ábra). Egyértelműen látszik, hogy az alkalmazkodás stratégiája dominálja a nem alkalmazkodást (Kóczy, 2006). Ez azt jelenti, hogy az emberiségnek nincsen elegendő információja arról, hogy az életviteléből származó környezetalakításnak milyen következményei lesznek természetes környezetére, érdemes feltételeznie, hogy a környezetét képes megváltoztatni, és ezt a változtatást minimalizálnia kell.

A Wald-kritérium

A pesszimista vagy a legóvatosabb stratégia választásáról szól Wald-kritériuma, mely a statisztikában a maxmin megfelelője. Annak a stratégiának kiválasztásáról szól, amelynek legkisebb eleme az összes stratégia legkisebb elemei közül a legnagyobb. Szükséges néhány új fogalom bevezetése. Az általánosított játékmódelben a sorok a tetszőleges embercsoport lehetséges döntései, az oszlopok pedig a természet lehetséges állapotai. A jelölt a_{ij} elem jelöli az ember i -edik döntése és a természet j -edik állapotára vonatkozó kifizetési mátrixelemet (7. ábra).

Wald-kritérium: $S_i > S_j$, ha

$$\min_k \{\alpha_{ik}\} > \min_k \{\alpha_{jk}\}, \text{ vagyis ha az emberiség}$$

7. ábra

		Természet állapota		
		R_1	R_j	R_m
Ember	S_1			
	S_i		a_{ij}	
	S_m			

Általános természet elleni játék

Forrás: saját szerkesztés

alkalmazkodik, vesztesége lehet 165 vagy 990 milliárd dollár évente. Ha nem alkalmazkodik, lehet 0 vagy 7700 milliárd dollár évente. Az egyiknél a legnagyobb veszteség 990, a másiknál 7700 milliárd, tehát az emberiség számára az alkalmazkodás a racionális döntés.

A Savage-kritérium

Savage kritériuma az „elmulasztott nyereség” minimalizálására vonatkozik. Egy transzformációban áttérünk egy másik táblára, ahol a Wald-kritérium szerint minimalizáljuk a veszteséget. A transzformáció: $b_{ij} = a_{ij} - \max_k$

Így b_{ij} jelöli azt az összeget, amit azáltal mulasztunk el, hogy nem ismerjük, a természet melyik állapota következik be.

$$\min_k \left\{ \alpha_{ik} - \max_k \{ \alpha_{jk} \} \right\} > \min_k \left\{ \alpha_{jk} - \max_k \{ \alpha_{kj} \} \right\}$$

A dolgozatban szereplő modell esetében ez az alábbiakat jelenti:

S_i : az emberiség alkalmazkodik;

S_j : az emberiség nem alkalmazkodik.

Negatív számokkal töltjük fel a tömböket, hiszen veszteségekről (elesett pénzeszségekről) van szó.

s_i	-990	-165	-990-0	-165 - -990	-990,00	825,00
s_j	-7700	0	-7700-0	0 - -990	-7700,00	990,00

S_i minimuma: -990

S_j minimuma -7700

$S_i > S_j$

Tehát a Savage-kritérium alapján az emberiség részéről az alkalmazkodás választandó.

A Bayes-féle kritérium

Akkor alkalmazható, ha rendelkezésünkre áll egy, a kifizetési mátrix lehetséges állapotain értelmezett valószínűségmegoszlás, amely az egyes állapotok bekövetkezésének valószínűségét mutatja meg.

Legyen $p = [p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_n]$ diszkrét valószínűségeloszlás. Ez esetben a p eloszlással szembeni Bayes-kritérium szerint $s_i > s_j$, ha $\sum_{i=1}^n (\alpha_{ik} \cdot p_k) > \sum_{i=1}^n (\alpha_{jk} \cdot p_k)$, vagyis a p eloszlás szerinti várható érték alapján választunk stratégiát, a várható érték maximalizálásával. A természet kétféle állapota az alapmodell szerint az *emberi tevékenységre érzékeny*, illetve az *emberi tevékenységre*

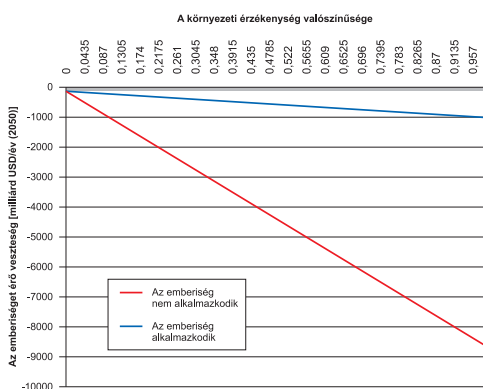
8. ábra

[milliárd USD/év]		A természet érzékeny	A természet nem érzékeny
		A természet állapotainak valószínűsége	
		X	1-X
Az emberiség kétféle stratégiája	s_1	-990*X	-165*(1-X)
	s_2	-7700*X	0*(1-X)

A Bayes-kritérium az alapmodellben

Forrás: saját szerkesztés

9. ábra



Szemléltetés a valószínűségek szerint

Forrás: saját szerkesztés

nem érzékeny, melyek valószínűségeit ismeretlennek feltételeztük. Nyilvánvalóan a két állapot egyszerre nem állhat fenn, ezért az egyik valószínűsége x $[0,1]$, a másiké $1-x$ $[0,1]$ legyen (Bácskai, 1976, 8. ábra).

3. táblázat

Az egyenérték valószínűsége

Valószínűségek		kifizetés, ha a természet érzékeny	kifizetés, ha a természet nem érzékeny	S_i stratégia kifizetési összege	kifizetés, ha a természet érzékeny	kifizetés, ha a természet nem érzékeny	S_j stratégia kifizetési összege
0,0235	0,9765	-23,265	-161,1225	-184,3875	-180,95	0	-180,95
0,0240	0,9760	-23,760	-161,0400	-184,8000	-184,80	0	-184,80
0,0245	0,9755	-24,255	-160,9575	-185,2125	-188,65	0	-188,65

Forrás: saját szerkesztés

A 9. ábrán a kifizetések változását szemléltetjük x [1,0] esemény valószínűsége függvényében.

A 9. ábrából nehezen olvasható ki az a valószínűségi érték, ahol a két kifejtés meg egyezik, ezért ezt a 3. táblázatban külön bemutatjuk. A táblázat a 9. ábra függvényeinek bemenő adatairól mutat egy részletet.

Következtetésképpen elmondható, hogy amennyiben a természet érzékenysége 0,024-nél nagyobb arányú, úgy a Bayes-kritérium az S_1 -t, azaz az alkalmazkodás stratégiáját mutatja előnyösebbnek.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” és az „A közúti járműforgalom modellezése és többkritériumú optimalizáláson alapuló irányítása társadalmi és gazdasági hatékonyság figyelembevételével” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projektek megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja, az OTKA CNK 78168 programja, valamint a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János kutatói ösztöndíja támogatja.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) BÁCSKAI ET AL. (1976): A gazdasági kockázat és mérésének módszerei. Közgazdasági és Jogi Kiadó, Budapest, 208 p. (2) HORVÁTH J-NÉ (2001): A racionalitás problémája és a játékelmélet legújabb eredményei. Külkereskedelmi főiskolai füzetek, Budapest, 98-105. pp. (3) KÓCZY Á. L. (2006): A Neumann-féle játékelmélet. In: Közgazdasági Szemle, LIII. évf., 2006. január, 31-45. pp. (4) STERN, N. (2006): Review on The Economics of Climate Change. HM Treasury, London, The Economics of Climate Change Part I (5) STERN, N. (2006): Review on The Economics of Climate Change. HM Treasury, London, The Economics of Climate Change Part II (6) STERN, N. (2006): Review on The Economics of Climate Change. HM Treasury, London, The Economics of Climate Change Part III (7) TÖRÖK Á. (2008): A közúti személyközlekedés klímára gyakorolt hatása. „KLÍMA-21” Füzetek, 52. sz. 92-97. pp.

ÉDESVÍZ-PROGNÓZIS 1982-BŐL

CSETE LÁSZLÓ

Rendkívül tanulságos abba belepillantani, hogy a 80-as évek elején hogyan látták a Glóbusz jövőjét, mintegy két évtizedre előre tekintve, s ezen belül hogyan ítélték meg az édesvíz-problémakört. Ekkor már foglalkoztak a fenntartható fejlődés gondolatával, felismerték a természeti erőforrások véges voltát, a környezet szennyezésének veszélyes mértékét, kopogtatott már az energiaválság, még versenyben állt a központi tervezésű országok tömbje, de nem foglalkoztak még a klíma- és időjárás-változás nagy kérdőjeleivel, ami új megvilágításba helyezte az édesvíz-készletek és -ellátás nyomasztó kérdőjeleit.

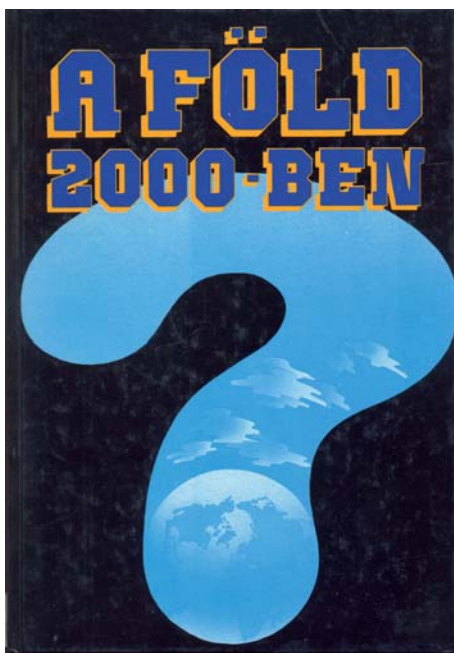
Az Egyesült Államokban 1982-ben „*The Global 2000, Report to the President. Entering the Twenty-First Century. A Report prepared by the council on environmental quality and the Department of State.*” (Gerald O. Barney, Study Director. Allan Lane) címmel megjelent munka magyar nyelvű kiadása „*A Föld 2000-ben*” címmel látott napvilágot 1985-ben. Csáki Csaba a magyar kiadás előszavában a következőket vezeti be a kötetet: „A 70-es évtized első fele több tekintetben is új szakasz kezdete az emberiség történetében. Az ismétlődő olajválságok, a természeti környezet egyre gyorsuló mértékű szennyeződése és pusztulása mindinkább rádöbentette az emberiséget

természeti erőforrásainak véges, korlátozott voltára. Világgazdasági korszakváltás kezdődött, s új fejezet köszöntött be a két nagy világrendszer kapcsolataiban is. Nem meglepő tehát, hogy ezekben az években rendkívüli módon megélné a világot a fejlődésének távlati, hosszú távú perspektívái iránt. Az elmúlt 10-15 év az az időszak, amikor a hosszabb távú jövő tudományos feldolgozása megkezdődött, amikor a jövőkutatás kivívta az önálló tudományos diszciplína rangját, amikor szinte havonta láttak napvilágot a jövőnk problémáit tárgyaló tudományos és kevésbé tudományos igényű munkák.”

A könyv 8. fejezete a magyar fordításban a „*Vízgazdálkodás*” alcímet kapta. Bevezetesként az alábbiak olvashatók:

„A Földön található valamennyi anyag közül az ember és ál-

talában az élet létezése szempontjából kétségtelenül a víz és a levegő a legalapvetőbb feltétel. A víz a Föld felületének mintegy háromnegyedét foglalja el, beleértve az óceánokat, a tavakat és a folyókat, valamint a sarki jégsapkát. A víz az élő anyag, legyen állati vagy növényi jellegű, legnagyobb arányú összetevője. Az életfolyamatok az élő anyag és a környezet közötti vízcserétől függenek, és ez a csere a világméretű vízkörforgás fontos láncszeme.



A vizet nem mindig tekintették erőforrásnak abban az értelemben, ahogyan a szén, a kőolajat, az érceket, a faanyagot. Ennek oka, hogy a víz hasznosítása egészen más jellegű, mint az egyéb gazdasági erőforrásoké. A különbség abból adódik, hogy a világ sok részén a víz viszonylag bőven áll rendelkezésre, és ezért nehezebben ismerhető fel erőforrás jellege.”

A továbbiakban a *vízkészletek tulajdonságai* szerepelnek a műben. „A vízművek tervezését és kivitelezését, a vízkészletek elosztását, a víz árának meghatározását és más hasonló tevékenységeket gyakran befolyásolja az az elképzelés, hogy a víz valójában a »szabad javak« közé tartozik, így a lehető legolcsóbban kell biztosítani bármely kívánt mennyiségben.

A víz mint erőforrás, számos olyan sajátos tulajdonsággal rendelkezik, melyek helytelen vízgazdálkodáshoz vezethetnek, és közrejátszanak abban, hogy a racionális tervezésére irányuló törekvések gyakran megghiúsulnak. Ezek a következők:

1. *A víz mindenütt jelen van.* Nincs a Földön olyan hely, mely teljesen víz nélküli lenne. Az emberi tevékenység legtöbb helyét általában hatalmas vízmennyiségek veszik körül. Bár gondot okozhat, hogy milyen eszközökkel juttassák el a vizet a felhasználás helyére és a rendelkezésre álló víz minősége elmaradhat a várakozástól, a víz jelenléte mindenütt alapvető feltételezés.

2. *A víz heterogén erőforrás.* A víz a legkevésbé homogén valamennyi erőforrás között. Bár folyékony formában használják, folyékony, szilárd vagy légnemű halmazállapotban egyaránt előfordul. Kémiai és biológiai összetevői igen változóak. Hasznosítása az emberi fogyasztástól a forró acél hűtéséig terjed, és minden használat bizonyos követelményt támaszt a kémiai vagy biológiai minőségével szemben. Valójában a földünkön levő víz több mint 99%-a az emberi használat szempontjából hozzáférhetetlen vagy arra alkalmatlan a sótartalma (tengervíz), illetve az előfordulás helye (sarki jégsapka) miatt. A víz hasznosításához többre van szükség,

mint a kereslet és a kínálat találkozására; a rendelkezésre álló víz tulajdonságainak ki kell elégítenie azokat a felhasználási követelményeket, amely célra a vizet igénylik.

3. *A víz megújuló erőforrás.* A természeti erők állandóan megújítják a vízkészletet. A víz a légkörből csapadék formájában a szárazföldre és az óceánokba hullik. Az a rész, mely a szárazföldre esik, a párolgás és a párologtatás következtében részben visszatér a légkörbe. A víznek az a része, amely nem kerül vissza közvetlenül a légkörbe, tavakban, jégsapkák és gleccserek vagy talajvízkészletek formájában tározódik, illetve lefolyik az óceánba. Az a vízmennyiség, amely a csapadékkal kerül az óceánba vagy a szárazföldről folyik oda, a párolgás révén lényegében visszajut a légkörbe. A víz kémiai és biológiai minősége a különböző helyeken romlik, és megújul, különösen a tavakban és a folyókban. Az ember, bár jelenleg csak korlátozott mértékben, de képes beavatkozni a megújulási folyamatba. A modern technológia lehetővé teszi a felszíni és a felszín alatti vízkészletek kicserélését, a szennyezett vizek tisztítását, a tenger vizének sótalanítását és bizonyos körülmények között a csapadékviz viszonyok megváltoztatását.

4. *A víz közös tulajdonnak tekinthető.* Az ásványi kincsektől eltérően, melyek a térben viszonylag jól elhatárolhatók, és sok társadalomban magántulajdont képeznek, a víz mindenütt megtalálható, és helyileg nem állandó. Ennek megfelelően a vízforrásoknál a tulajdonjog sokszor rosszul definiált vagy nem is létezik. A vizet általában a »szabad javak« egyikének tekintik, még olyan időkben is, amikor szűkében vannak. A felhasználók elismerik a víz kinyerésével, kezelésével és szállításával járó költségeket, de nem ismerik el magának a víznek a költségeit. Ennek eredményeként a vízhasználat régi formái csak hibás útmutatóul szolgálnak a jövőbeli, remélhetőleg hatékonyabb elosztás számára.

5. *A vizet óriási mennyiségben használják.* Az évente felhasznált vízmennyiség messze meghaladja bármely más erőforrás vagy akár több erőforrás együttesen felhasznált meny-

nyiségét. Az utóbbi években a világ teljes ásványtermelése, beleértve a szenet, a kőolajat, az érceket és a nem fémeket, évente mintegy 8×10^9 tonnát tett ki. A teljes vízfelhasználás viszont évi 3×10^{12} tonnára becsülhető, ami csaknem három nagyságrenddel nagyobb. Ez világátlagban évente egy főre számítva mintegy 800 tonnát jelent.

6. *A víz nagyon olcsó.* Különböző okokból – többek között a víz köztulajdon jellege és a vízellátási technológia miatt – a víz igen olcsó. Az USA-ban a jellemző vízárak három nagyságrenddel alacsonyabbak, mint a legolcsóbb ásványi termékek árai.

Mindezek a tulajdonságok igen fontos következményekkel járnak a jövő vízkészletének vizsgálatánál. Mivel a víz mindenütt jelen van, és megújítható, nem könnyű jellemezni a világ vízellátásának helyzetét, sem most, sem pedig a jövőben. A tényleges vízellátást egy adott időben és adott helyen rendelkezésre álló víz mennyisége és minősége jelentheti; az aggregált vagy összegző statisztikák csaknem értelmetlenek.

A víz köztulajdon jellege, az óriási felhasznált mennyiség és az olcsó használat egyaránt nehezíti a jövőre vonatkozó előrejelzések készítését. Bár csábító lehet a múltbeli gyakorlat extrapolálása, a vízhasználat szerkezeti módosulásának esélye annyira nagy, hogy az extrapolálást lényegében használatatlanná teszi. Más problémák is adódnak, ahogyan ezt a továbbiakban látni fogjuk, a fajlagos ellátásra és a fajlagos keresletre vonatkozó előrejelzések területén is.”

A „*Vízkészletek*” alcímben az alábbiak szerepelnek: „Az emberi tevékenység során felhasználásra rendelkezésre álló víz a folyókban, az édesvízü tavakban és a földfelszín alatti édesvízü víztárolókban található. Bár az édes- és a tengervíz keveréke, valamint a tengervíz felhasználható bizonyos célokra, és sótalanítással felhasználósága tovább bővíthető, a vízkapacitásokat rendszerint a rendelkezésre álló felszíni és felszín alatti édesvízzel mérik. Mivel a víztömegek állandóan újratöltődnek, az átlagos újratöltődési ütem általában fontosabb, mint az egy

adott időben rendelkezésre álló vízmennyiség. Két jelentős kivétel van: ha folyókból történik vízkivétel, szükséges lehet bizonyos minimális mennyiségű víz tárolása ahhoz, hogy a rendkívül ingadozó vízjárás mellett is fenntarthatóak a kívánatos vízkivételi ráták; bizonyos talajvízkészletek, különösen a sívatos és felsívatagos területeken, az édesvíz-beáramláshoz képest »megcsapolhatókk«, ha a vízkivétel meghaladja a vízbeáramlást.

A felszíni és a talajvízkészletek újratöltődése a csapadék révén történik.

A teljes csapadékmennyiség egy része visszatér a légkörbe a párolgás és a párologtatás révén, egy része a talajvízkészletekbe szivárog, a fennmaradó rész pedig felszíni vízfolyások formájában folyik el. Ha emberi vízkivétel nincs, a talajvízkészletekbe került víz általában kifolyás, forrás vagy szivárgás útján adódik a felszíni vizekhez. Az újratöltődés ütemét ezért első megközelítésben egy adott vízgyűjtő medence felszínivíz-utánpótlásával mérik. Az újratöltődési ráta azonban csak korlátozottan használható fel a rendelkezésre álló vízkészletek mérésére. Amennyiben a vizsgált terület nagy, egy ország vagy annak egy nagyobb része, az újratöltődési ütem már nem mutatja a tényleges vízellátási lehetőségeket, mivel a felhasználók által kibocsátott, többnyire szennyezett vízből hulladékvízfolyások jönnek létre, és azok visszatérve a folyókba vagy a tavakba, növelik a kapacitásokat. Ezek a visszafolyások azután más felhasználók rendelkezésére állnak, amennyiben ezt a víz minősége megengedi. A vízminőség javítható hígítással, az áramlás során lezajló tisztulási folyamatokra hagyatkozva, a szennyvíz visszajuttatás előtti kezelésével, a víz kivétel utáni kezelésével vagy ezek kombinációjával.

Mindezek miatt egy adott terület vízkészlete a jelenleg rendelkezésre álló információk alapján nehezen becsülhető, az alsó határ azonban meghatározható a terület teljes felszínivíz-utánpótlásának mérésével. Ez az éves vízmennyiség potenciálisan hozzáférhető, bár esetleg tárolókapacitásra lehet szükség bizonyos vízkivételi igények kielégítéséhez.

1. táblázat

A rendelkezésre álló becsült vízmennyiség

	Átlagos évi utánpótlás (milliárd m ³ /év)	Földterület (1000 km ³)	Átlagos évi elfolyás (mm)
Afrika	3 400	29 800	114
Ázsia	12 200	44 100	276
Ausztrália és Óceánia	2 400	8 900	269
Európa	2 800	10 000	282
Észak-Amerika	5 900	24 100	242
Dél-Amerika	11 100	17 900	618
Antarktiszt	2 000	14 100	141
Világ összesen	39 700	149 000	266
Világ összesen (az Antarktiszt nélkül)	37 700	134 000	280

Az 1. táblázat összegzi az újratöltődési ütemmel kapcsolatos becsléseket. A föld-részekre vonatkozó számítások óhatatlanul elfedik az országok közötti és az egyes országokon belüli különbségeket.

Minél nagyobb egy ország területe, minél hosszabb az országon belüli fő folyórendszer és minél hosszabb a tengerpart, annál jobban alábecsülhetők a tényleges vízkapacitások. Másrészt viszont, környezeti megfontolások miatt, a folyókban szükség lehet egy minimális vízszintre, ami lényegesen csökkenti azt az éves vízmennyiséget, ami ténylegesen kivehető a felszíni és talajvízkészletből. Ahol felszíni tározás szükséges a vízkivételhez, a költségek megakadályozhatják vagy késleltethetik a potenciális vízkészletek teljes mértékű hasznosítását.

A vízkészletekre vonatkozó konkrét megállapítások tehát csak viszonylag kis területi egységek vonatkozásában jelentenek hasznosítható információt, és akkor is csak az adott területen rendelkezésre álló tényleges vízkészlet jellegének és viselkedésének vizsgálatát követően. Ezért a jelen fejezetben közölt aggregált adatok csupán a világ különböző területei között mutatható jelentős különbségeket jelzik.”

A vízigény fejezetben a használati célok között különösen az *öntözővíz hasznosulási*

arányai tanulságosak. „A vizet különböző célokra használják. Az alapvető használati módok, melyekhez a felszíni vagy talajvízkészletekből vizet vesznek ki

- háztartási felhasználás;
- ipari felhasználás;
- öntözés;
- energiatermelés.

Mindenemű használatnál a kivett vízmennyiség egy része fogyasztási jellegű használat (a víz elpárolog vagy beépül a termékbe), a fennmaradó rész pedig visszatér a környezetbe.

Az öntözési felhasználás az öntözött terület adatai alapján becsülhető, figyelembe véve, hogy az öntözés az éghajlattól függően változó, de változik az öntözési technikával is (maximális mértékű a vízigény az árasztásos öntözésnél, míg minimális a csepegtető öntözési módnál).

Az öntözési tapasztalatok az USA-ban azt mutatják, hogy a vízkivételből 17% vész el az öntözendő területre való szállítás során (nagyreszt elszívárgás a csatornáknak), 59%-a a növénytermesztésben párologtatás útján hasznosul, míg 24% a vízviesszafolyás az öntözött területekről. Megfelelő elfolyás hiányában sófelhalmozódás jön létre, ami tönkretetheti a talaj termőképességét.

2. táblázat

Vízhasználat felhasználási célok szerint, 1977

(M.e.: milliárd m³)

	Energia-termelés	Öntözés	Ipar	Összes vízfelhasználás
Afrika	11	61	4	88
Ázsia	68	1400	31	1597
Ausztrália és Óceánia	8	13	6	29
Európa	176	116	184	516
Észak-Amerika	232	205	66	551
Dél-Amerika	6	35	4	57
Világ összesen	502	1830	305	2838

3. táblázat

A világ vízfelhasználása 1967-ben és 2000-re vonatkozó előrejelzés

	Összes vízfelhasználás (milliárd m ³)		Prognosztizált növekedési ráta 1967–2000-re (%/év)	Az összes vízfelhasználás megoszlása %-ban	
	1967	2000		1967	2000
<i>Mezőgazdaság</i>					
Öntözés	1400	2800	2,1	70	51
Állattenyésztés	590	102	1,7	3	2
Vidéki háztartások	200	38	2,0	1	1
<i>Egyéb</i>					
Városi háztartások	73	279	4,1	4	5
Ipar és bányászat	438	2231	5,0	22	41
Összesen	1989	5450	3,1	100	100

A 2. táblázat különböző vízhasználati módok jellemzőit mutatja.

Az előrejelzések készítésekor a vízigény valamennyi meghatározó tényezőjét figyelembe kell venni. Ideális esetben minden vízfelhasználó szektort külön kellene számításba venni. Sajnos, az ilyen becslések számára alkalmas adatok nem állnak rendelkezésre. A különböző módszerek hibalehetőségei a vízhiány növekedésével erősen nőnek. Az extrapoláció ugyanis nem képes előre jelezni azokat a gazdasági, technológiai és szociális intézkedéseket, amelyek akkor jelentkeznek, amikor a víz szűkössége miatt nagy értékű

erőforrássá válik. A módszertani nehézségek ellenére készült néhány világméretű vízhasználati előrejelzés. Ezek közül a FAO előrejelzéseit mutatjuk be.”

A FAO vízfelhasználási prognózisában 1967 és 2000 között 1989 milliárd m³-ről 5450 milliárd m³-re való növekedés szerepel. „A 3. táblázatban bemutatott előrejelzés azért érdekes, mert külön tünteti fel a világ vízgazdálkodásának nagy szektorait.

Bár az öntözött terület a világ összes szántóterületének csak 13%-át teszi ki, az öntözés az ember által felhasznált víz messze legnagyobb részét adja annak ellenére, hogy a nem

4. táblázat

A vízfelhasználás néhány országban (1965)

	Egy főre jutó összes felhasználás (m ³ /év)	Kommunális vízellátás	Mezőgazdaság	Ipar
		az összes felhasználás %-ában		
Egyesült Királyság	200	31	3	66
Csehszlovákia	285	13	6	81
India	600	3	96	1
Japán	710	10	72	18
Mexikó	930	4	91	5
Szovjetunió	1000	8	53	39
Egyesült Államok	2300	10	42	48

mezőgazdasági vízhasználat (az iparban, a bányászatban és háztartási célokra) sokkal gyorsabban növekszik, mint az öntözéses használat.

Egy országban a vízhasználat jellege és maga a vízkivétel az éghajlati, valamint a társadalmi-gazdasági viszonyoktól függ. A 4. táblázat például azt mutatja, hogy a felsorolt országok közül az egy főre jutó éves vízfelhasználás az Egyesült Államokban és a Szovjetunióban a legnagyobb, ahol mind az öntözéses földművelés, mind az ipar fejlett. Igen nagy azonban a vízfelhasználás olyan nem iparosodott országokban is, amilyen Mexikó vagy India, ahol sok vizet használnak öntözésre. Csehszlovákia és az Egyesült Királyság adatai azt mutatják, hogy az egy főre jutó felhasználás alacsony lehet az olyan ipari országokban, ahol az öntözési igény kicsi.”

A vízminőségre is gondolt a prognózis-készítő. „A vízigények tárgyalásánál a vízminőséget is figyelembe kell venni. Jól ismert a hulladékok elhelyezésének káros hatása, de a fő problémát az jelenti, hogy a hasznosítás során a vízkészletek sótartalma növekszik. Ez elkerülhetetlen, de az ember jelentősen meggyorsította ezt a folyamatot, és a használat további növekedésével a probléma még nagyobb lesz.

A vízkészletek növekvő sótartalma a sóbekerülés és a sókoncentráció folyamatának

eredménye. A sóbekerülés történhet természetes úton, felületi vízfolyásokból, valamint lehet emberi eredetű, az ipari hulladékok vagy az öntözött területek elfolyó vizei révén.

Sok országban további jelentős gondot okoz a jó ivóvíz biztosítása és a hulladékok higiénikus elhelyezése. Egy újabb WHO-felmérés, mely 88 fejlődő országban 1,6 milliárd emberre terjedt ki, azt mutatta, hogy az érintett népesség 77%-ának vízellátása nem kielégítő.”

Öntözési problémák. „Az öntözés egyre nagyobb szerepet játszik a mezőgazdasági termelés növelésében és a termésingadozások csökkentésében. Távol-Keleten például a teljes mezőgazdasági termelés kétharmada a művelt terület öntözött egyharmadáról származik. Az öntözés kedvező feltételeket teremti más ráfordítások, például műtrágyák és bőtermő fajták optimális hasznosulásához is.

A világon 1975-ben összesen 223 millió hektár területet öntöztek, ez 1990-re várhatóan 273 millió hektárra fog növekedni. Az 5. táblázat a piacgazdálkodású fejlődő országok adatait mutatja be. A termőterület 66%-át öntözték Ázsiában, 19%-át Távol-Keleten, 13%-át Latin-Amerikában és csak 3%-át Afrikában.

Az alapvető probléma a nem elég hatékonyan vagy rosszul kezelt öntözőrendszerekben fellépő vízvesztéségből, továbbá a nem

5. táblázat

Öntözés és vízrendezés a piacgazdálkodású fejlődő országokban

	Afrika	Latin-Amerika	Közel-Kelet	Ázsia	Összesen
<i>Öntözés</i> (ezer hektár)					
Öntözésre berendezett terület, 1975	2 610	11 749	17 105	60 522	91 986
<i>Fejlesztési célok</i> , 1990					
Új öntözés	960	3 101	4 295	13 848	22 204
A meglevő öntözés javítása	783	4 698	9 789	29 718	44 988
– kisebb mértékben	522	2 349	6 368	17 614	26 853
– nagyobb mértékben	261	2 349	3 421	12 104	18 135
Vízigény növekedése (ezer m ³)	20	33	44	341	438
<i>Vízrendezés</i> (ezer hektár)					
Vízrendezett terület, 1975	7 044	46 585	118 212	62 501	134 342
Fejlesztési célok 1990-ig	5 900	19 245	9 643	43 396	78 184
– öntözött területen	1 177	2 018	7 076	42 152	52 423
– nem öntözött területen	4 723	17 227	2 567	1 244	25 761

megfelelő vízrendezéssel együtt járó sófelhalmozódásból (szikesedés) és elmocsarasodásból adódik. Az 5. táblázat adatai azt mutatják, hogy a fejlődő országokban a meglevő öntözőrendszerek csaknem felénél javításra van szükség, ami jelentős beruházást igényel.

A sófelhalmozódás (szikesedés) gyakori kísérője az öntözésnek. Az okok között szerepel a nem megfelelő talaj, a gyenge minőségű öntözővíz, a helytelen vízrendezés, a magas talajvízszint, valamint a nagyfokú párolgás és párologtatás. A becslések szerint a világ öntözött területeinek mintegy felét károsítja a szikesedés és az elmocsarasodás.

A vízrendezés múltbeli elhanyagolása sok millió hektáron csökkentette a talaj termőképességét, amit most helyre kell állítani, ha ez egyáltalán lehetséges. Egyes esetekben jelentős öntözött területeken kellett a mezőgazdasági művelést beszüntetni a talaj sótartalmának növekedése következtében. A vízrendezést a piaci gazdálkodású fejlődő országokban 52 millió hektár öntözött területen kell tökéletesíteni, ebből 45 millió hektáron az öntözőrendszer továbbfejlesztése is szükséges.

Az öntözés problémái jelentősek, de hasonlóan nagy az öntözéssel elérhető termésnövekedés is.”

Regionális vízgazdálkodási előrejelzések. „A csupán a lakosság növekedésére alapozott egyszerű lineáris extrapoláció nyilvánvalóan elhanyagol számos egyéb fontos tényezőt, amely hatással lehet egy ország vízhelyzetére (pl. a mezőgazdaság fejlettségének szintje, a városiasodás mértéke). Valójában a rendelkezésre álló vízmennyiség önmagában meglehetősen durva mércéje az általános vízhelyzetnek. A megnövekedett jövőbeli vízigény legfontosabb meghatározója a lakosság növekedése lesz, az előrejelzések pedig hasznosak abban a tekintetben, hogy jelzik, hol jelentkezhetnek problémák.

2000-re egyedül a világ lakosságának növekedése legalább megkétszerezi a vízigényt a világ országainak csaknem felében. A legnagyobb nyomás azokban az országokban fog jelentkezni, ahol alacsony az egy főre jutó vízkapacitás, és a lakosság gyorsan növekszik. Ilyen terület Afrika, Dél-Ázsia, Közel-Kelet és Latin-Amerika bizonyos részei.

Azokban a fejlődő országokban, ahol emelkedik az életszínvonal, a vízigény a többszörösére fog növekedni. Sajnos ezek éppen azok az országok, amelyek a legkevésbé képesek pénzügyileg és technikailag megbirkózni a problémával.

Ahogy a vízkészletekre nehezedő nyomás erősödik, valószínűleg kiéleződnek a nézeteltérések az olyan nemzetek között, melyek osztoznak a készleteken. Ennek lehetőségére utal az a tény, hogy a világ 200 fontosabb folyójából 148-nak a vizén két, további 52-nek a vizén pedig három-tíz ország osztozik. Mindenekelőtt nemzetközi együttműködés és tárgyalás szükséges a jövőbeli viták megelőzésére és megoldására.”

Jövőbeli vízkészletek: „A világ vízkivétele 1975-ben nem érte el az évi $3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ -t, míg a szerényen becsült vízkészletek több mint egy nagyságrenddel nagyobbak. Más becslések azt jelzik, hogy a kivett víznek csaknem 60%-a visszajutott a környezetbe, így a világon ténylegesen felhasznált vízmenyiség nem több, mint az összes vízkészlet 3%-a. Jelentősebb éghajlati változásokkal nem számolva, a készletek a közeljövőben változatlanok tekinthetők, míg a vízkivétel a lakosság növekedésével, valamint a mezőgazdasági és az ipari termelés bővülésével meredeken fog emelkedni.

Az ilyen adatok ugyan megnyugtatóak lehetnek, de félrevezetőek is. Valójában bármiféle jelentős növekedés a vízkivétel ütemében, legyen akár csak kétszeres 2000-ig, biztosan jelentős vízellátási problémákat eredményez. Az energetikai és más célú vízhasználat drámai módon fog növekedni. Gyakoribbá válik a vízhiány, és hatásai kiterjedtebbek és súlyosabbak lesznek. A víz biztosítása még inkább szorító kényszer lesz a gazdasági fejlődés egyenlőtlensége miatt. A világ nagy részén érvényét veszti, hogy a víz a lényegében korlátlan mennyiségben rendelkezésre álló, ún. »szabad javak« közé tartozik.

Ezek a kevésbé optimista előrejelzések a vízkészletek erősen helyi jellegének felismeréséből adódnak. Nincs világméretű vízgazdálkodás, és ritkán van értelme még orszá-

gos vízgazdálkodásról is beszélni. A legtöbb esetben a vízgazdálkodás kisebb hidrológiai körzeteken belül folyik, például egy folyó vízgyűjtő területén. Ha egy ilyen kisebb területen a vízkészlet elégtelennek bizonyul, vízhiány lép fel, tekintet nélkül a szomszédos medencékben rendelkezésre álló vízmennyiségekre. Bekövetkezhet az is, hogy a vízkivétel nem tartható fenn az alacsony vízállás időszakában, noha más időben ugyanabban a folyóban, illetve vízgyűjtőben elegendő víz áll rendelkezésre.

Amikor több terület vízellátási adatait összegezik vagy átlagolják, elfedik ezeket az egyenlőtlenségeket, és a vízkészletek megfelelőnek tűnhetnek akkor is, amikor valójában komoly hiányok fellépésével kell számolni.

Ha vízhiány lép fel vagy fellépése valószínű, különböző intézkedések tehetők. Először is növelhetők a vízkészletek.

A vízkészletek növelésének egyik lehetősége a vízkapacitások térben vagy időben történő áthelyezése a vízkivételi igények szerint. A víz térben csatornák létesítésével helyezhető át olyan területre, ahol nincs rá szükség, a vízhiánnyal fenyegetett vidékekre. A víz időben a folyókon létesített nagy víztározókkal helyezhető át. Tekintettel arra, hogy nagy vízmennyiségekről van szó, mindez igen költséges. Mindkét tevékenység tartósan megváltoztathatja a természeti környezetet, ökológiai zavarokat idézve elő.

A vízkészletek növelésének további eszköze a vízhasználóknál keletkező maradék víz fokozottabb mértékű ismételt használata. Ez szükségessé teheti a használati sorrend átrendezését úgy, hogy elsőnek a legjobb vízminőséget igénylő felhasználók kerülnek sorra, és őket követik azok, akik kevésbé igényesek a víz minőségére. Gyakoribb eset, hogy az újrahásznosítás csak szennyvízkezelő berendezések létesítésével biztosítható. Az ilyen eljárások költségesek és jelentős mennyiségű energiát fogyasztanak, sőt esetleg különböző vegyszereket is igényelnek. A folyásirányba eső területen a környezet minősége megváltozhat pusztán a csökkent vízfolyás eredményeként is.

Vízhiány esetén a másik intézkedés a vízhasználat mértékének csökkentése lehet. Ez történhet gazdasági ösztönzés révén, mivel a fokozódó hiány magasabbra emeli a víz árát, arra készítetve a vízhasználókat, hogy más eljárásokat alkalmazzanak (pl. hűtőtoronyokat az erőművekben vagy csepegtető öntözést a mezőgazdaságban).

Ha a vízkészletek növelésének és a vízhasználat csökkentésének lehetőségei kimerültek, és a vízigények még mindig meghaladják a rendelkezésre álló készleteket, a vizet úgy kell elosztani, hogy a kár a legkisebb legyen. Ilyen elosztás hiányában a rendelkezésre álló vizet »aki elsőnek jött, elsőnek kap« alapon használják, míg a vízkészlet teljesen

kimerül. A vízkészlet kimerülése közegészségügyi problémákat, gyárak bezárását és jelentős terméskieséseket idézhet elő (utóbbinak szintén vannak egészségügyi hatásai).

Bizonyos eljárások csak viszonylag hosszú távú tervezés és hosszadalmas építkezés révén valósíthatók meg (csatornák és tározó kapacitások), mások viszont rövid távon közvetlenül alkalmazhatók. Célszerű olyan hosszabb távú tervek kidolgozása, amelyek biztosítják, hogy a jövőbeli vízigények első sorban azokon a területeken jelentkezzenek, ahol a szükséges víz biztosítható. Ezek a tervek viszont ugyancsak a vízkészletek és a vízigények területspecifikus, minden régióban külön végzett felmérését igénylik.”

THE INTERNATIONAL QUOTA TRADING SYSTEMS FOR AIR AND CLIMATE PROTECTION

By
FARAGÓ, TIBOR

Keywords: ozone layer, acidification, pollutant, treaties, trade.

Quota trading systems have been introduced to ensure that states meet their quantified obligations undertaken pursuant to international and intergovernmental environmental treaties to reduce their use of natural resources or mitigate their pollution. The contracting parties adopt and implement domestic measures in order to meet such obligations. If these measures are insufficient (due to cost efficiency considerations, for example), they may purchase the missing quota from countries (or brokers) which have a surplus through the quota trading system.

With respect to the atmosphere, the unintended release of air pollutants as a result of human activities cause significant issues. The damaging impacts of far-travelling air pollutants were the reason for the important international treaties for the protection of the ozone layer in the upper layer of the atmosphere, for mitigating acidification and for the protection of the Earth's climate (or for restricting the use of organic pollutants permanently remaining in the environment, which this paper does not cover). The possibility of emission quota trading was raised in all three of these areas.

In practice, only two systems have been implemented: the emission trading system introduced in the USA and some other countries for the release of gases causing environmental acidification (and operating with the participation of the relevant facilities) and the greenhouse gas emission trading system between the developed countries party to the relevant international treaty (Kyoto Protocol) and between the affected facilities of the EU Member States.

Many consider such systems positively advantageous economically, while others object to them based on environmental-ethical considerations. The latter claim that emission trading is in fact a trade of „pollution rights” where affluent participants can redeem their pollution of the environment by paying a sum of money – which, depending on the market conditions, might be no more than „change”.

This makes the original intention behind these systems – i.e. that they were intended as a complementary measure – especially important. The intention was that the countries and companies should primarily achieve a reduction of environmentally damaging emissions at their own facilities, for example by adopting less polluting structures of production or better technologies. Thus, as originally intended, only a smaller portion of pollution could be „bought” in the framework of emission trading.

From another point of view, the significance of the sulphur dioxide emission trading system introduced earlier in the USA and of the carbon dioxide trading system introduced recently in the European Union stems from the fact that they are still more motivating for companies than the „regulation and control” type of regimes. Additionally, they created a kind of direct partnership in the field of environmental issues between the government and the companies affected.

The economic and environmental effectiveness of these emission trading systems can ultimately be justified if they result in the goals in the field of mitigating pollution to be achieved or even exceeded. One basic practical condition in this respect is that the parties involved in emission trading should achieve emission reductions which result in marketable excess quota by introducing „green” improvements and/or structural changes to production/economy and that they should use the revenue from the quotas sold to implement similar improvements or modernisation (which also improve competitiveness).

THE HYDRO-CLIMATE CHARACTERISTICS OF HUNGARY

By
SZALAI, SÁNDOR

Keywords: precipitation, variability, direction of change, the key role of water.

In Hungary, precipitation is one of the key factors for nature, the society and the economy and therefore it is very important that it is studied. The study must focus on variability and the direction of change, primarily when plans are made for several decades. In addition to quantities, parameters to be studied include intensity, changes in annual distribution, the rate of snow to rain, snowmelt water equivalent etc. The study of these parameters can be of similar importance. The study of meteorological factors together with other natural, economic and social characteristics is seen as increasingly important. It can shed light on sensitivities and vulnerabilities, giving more insight than simply monitoring quantitative changes. The current trends indicate that water is playing an increasingly important role in all areas of the national economy in Hungary. Finding out about the relevant changes is therefore of key importance for the future.

YEARS WITH EXTREME WATER CONDITIONS IN THE HUNGARIAN GREAT PLAIN BETWEEN 1931 AND 2010

By
PÁLFAI, IMRE

Keywords: high water table, drought, water conditions, climate change.

Out of the 80 years between 1931 and 2010, 50 can be considered as having extreme water conditions based on a scale of five classes (0, 1, 2, 3, 4). Of these, 20 years had significant, heavy or extreme high water table (high water table classes of 2, 3 or 4) and 28 years had drought of similar classification (drought classification of 2, 3 or 4). In these years with high water table, drought was only mild or slight; in these years with serious drought, high water table was only mild or slight (classified as 0 or 1). In two years, however (in 1971-be and 2000) both high water table and drought were extreme. Even the 10-year averages of the water table class and drought class numbers show great fluctuation (between 0.1 and 3.0). Their sum has been growing since the 1970-ies, which indicates an increase in the extreme water conditions. It would be useful to look at the expected trends in the water table and drought classification numbers for the upcoming decades using the regional climate change scenarios.

THE SUSTAINABLE MANAGEMENT AND THE CLIMATE PROTECTION EFFECTS OF THE TISZA VALLEY

By
DEZSÉNY, ZOLTÁN

Keywords: Tisza Valley, climate change, sustainability, floodplain, utilisation.

The Government Programme titled *Improved Vásárhelyi Scheme* is a plan based on a multidimensional approach. The implementation of the plan will have a decisive effect on the water management in the Tisza Valley and therefore on the way the region is utilised.

The construction of the reservoirs, the permanent reservoir (which is not yet included in the plan) and the related dam at Csongrád, as well as the planned irrigation of 100,000 hectares can put an end to the ‘desertification’ in the floodplains of the River Tisza. The model sites (sample floodplain sites undergoing revitalisation) even suggest that it is possible to create habitats which come close to the originals (riparian woods, pastures, gardens and orchards), to elevate the ground water level in the affected areas and improve their climate.

The expected benefits can only be achieved by implementing the ‘complete package’, however: a comprehensive and adequately regulated water management plan covering the entire Tisza Valley, which guarantees sufficient surface and subsurface water supply throughout (as well as outside) the entire growing season. The Scheme proposes the installation of 75,000 hectares of temporary reservoirs, which would be connected to the current irrigation system

of 300,000 ha and future Nagykunsági irrigation system of appr. 100 000 ha, excluding the water surface of the permanent reservoir. Proper implementation of the Scheme could improve water management on about 500,000 hectares. On a regional level this would bring a „guaranteed” improvement in climate (more humid microclimate, lower evapotranspiration, ground water stocks prevent soil drought). By „re-installing” thicker riparian forests with denser coverage as well as floodplain areas and by adopting reasonable „ecological” land use the dual goals of secure livelihoods and sound land management can be achieved.

The anthropogenic changes occurring in the Carpathian Basin in the 20th century, especially after the treaty of Trianon (the felling of forests in the river basins and the damage caused by unsuitable management practices), as well as the aridification trends of the climate have brought about an emergency in the Hungarian Great Plain. The current sudden flood waves and the various droughts within a single year have a direct effect not only on agriculture but also on society in general. Retaining surplus water locally in the so-called critical periods as well as the resolution of seemingly conflicting interests (flood protection and the utilisation of floodplains) are urgent tasks.

Water is being attached an increasing value and is becoming a substance of strategic importance. It is necessary to retaining it and preserve its quality with a view to the climatic trends affecting Hungary. Our paper presents the objectives of the Scheme, the expected effects, the current and expected ecological conflicts concerning the floodplains, as well as the projects already completed and to be undertaken in the future under the Scheme.

The topic of climate improvement is addressed from the aspect of land use, more specifically, ecological land management as we are convinced that these cannot be separated from one another and are all essential to ‘improve climate’.

THE EFFECT OF WEATHER ON THE NEST SIZE OF THE RED-FOOTED FALCON (*FALCO VESPERTINUS*)

By

FEHÉRVÁRI, PÉTER – LÁZÁR, BENCE – PALATITZ, PÉTER – SOLT, SZABOLCS
– KOTYMÁN, LÁSZLÓ – HARNOS, ANDREA

Keywords: weather, nest size, random forest, Bayesian methods, *Falco vespertinus*.

Ever more significant climatic changes have occurred in the last decades, the impact of which on biological systems – e.g. on population parameters – can be clearly identified. Exploring such connections can greatly help the successful conservation of the relevant species. Our study looked at how the various local weather parameters affected our model species, the red-footed falcon (*Falco vespertinus*); more specifically, how their nest size is affected by weather variables.

Our analysis found a positive correlation between mean temperature in May and the nest size. Red-footed falcons arrive to Hungary in the second half of April. Therefore we assume that this variable does not affect the birds directly but through the availability of food. A below-average temperature in March has a negative effect on the life cycle of its

prey species by delaying the start of their active period in the spring. This reduces the food available to the falcons at the beginning of their nesting period and worsens the condition of the birds at the start. The energy available for nesting is reduced, ultimately leading to fewer eggs.

The study found that the second most influential weather factor was the number of days with precipitation in April. Here the correlation was negative. Based on the results we assume that if there are more than average rainy days in April, it reduces the number of eggs laid by the falcons through delaying the start of nesting, reducing the available hunting area and making it more difficult to find prey.

The third most important factor was the availability of prey. Our results showed that the graduation years of voles might have a positive effect on the nest size of the falcons. As of the prey species of red-footed falcons, the common vole is the species which is common and has the largest average body weight, its graduation can directly affect the condition of the falcons and therefore also nest size and, ultimately, hatching.

The fact that two weather variables may affect the reproductive investment of a bird species highlights the importance of climate for the future ecological conditions of the Carpathian Basin.

THE ADAPTATION OF TOURISM ACTORS TO CLIMATE CHANGE IN THE SZENTENDRE MICRO-REGION

By
SZÉCSI, NÓRA – CSETE, MÁRIA

Keywords: climate change, tourism, adaptation cadastre, adaptation portfolio.

The main aim of our analysis was to determine whether tourism actors have taken notice of the current and expected future effects of climate change, how they adapt and what the barriers to their adaptation are. The analysis covers 13 settlements within the Szentendre micro-region, which is one of the most popular destinations in Hungary. The attitudes of local tourism operators and their willingness to adapt were analyzed in the autumn of 2010 using a questionnaire, which was complemented by in-depth interviews. The response rate was 51%. The majority (70%) of respondents considered themselves „fairly well” informed, with their major source of information being the Internet. More than half (55%) of the respondents wanted to have more information and acquire practical knowledge useful in everyday decision-making. 79% of the respondents believed that the greatest factors contributing to climate change were anthropogenic, while 21% believed natural aspects to be the root cause. The responsibility for mitigation measures is divided between the government (27%), the population (25%) and the business sector (22%). The barriers to adaptation include the lack of long-term planning, funding sources or support. We also looked at whether respondents were willing to make sacrifices to promote adaptation. The majority (45%) would be willing to sacrifice 1% of their income.

One of the results of this analysis is the development of the tourism cadastre and the Tourism Adaptation Portfolio (TAP) of the Szentendre micro-region. The TAP contains practical, easy to implement solutions for stakeholders in the sector by adaptation type (technology, management, behaviour, education, policy) and various stakeholders (travel agency, accommodation services, other services, trade associations). The TAP and the cadastre could serve as an example for other regions to follow.

USING GAME THEORY FOR THE ANALYSIS OF CLIMATE CHANGE

By

TURCHÁNYI, MIKLÓS – GAAL, GYULA – TÖRÖK, ÁDÁM

Keywords: climate change, game theory, strategy, human behaviour, statistics.

Climate change, protection of the environment and sustainable development are essential issues in today's technical, economic and social life. Various articles deal with the analysis of or even the denial of anthropogenic climate change both in domestic and international literature. The aim of this paper is to arrange our economic information on climate change into a game theory model and to analyse them using the tools of mathematical statistics. Game theory can give rational decisions. The failure to fulfil the modest targets of the Kyoto Protocol is difficult to evaluate rationally. The interest of future generations can be in conflict with the momentary comforts, economic ambitions or many other objectives of the current generation. This paper uses a game theory model and statistical analysis to show that although there is no scientific consensus on anthropogenic climate change, the behaviour of human society should be changed.

CONTENTS

<i>Faragó, Tibor</i> : The international quota trading systems for air and climate protection	3
<i>Szalai, Sándor</i> : The hydro-climate characteristics of Hungary	17
<i>Pálfai, Imre</i> : Years with extreme water conditions in the Hungarian great plain between 1931 and 2010	29
<i>Dezsény, Zoltán</i> : The sustainable management and the climate protection effects of the Tisza Valley	33
<i>Fehérvári, Péter – Lázár, Bence – Palatitz, Péter – Solt, Szabolcs – Kotymán, László – Harnos, Andrea</i> : The effect of weather on the nest size of the red-footed falcon (<i>falco vespertinus</i>)	53
<i>Szécsi, Nóra – Csete, Mária</i> : The adaptation of tourism actors to climate change in the Szentendre micro-region	64
<i>Turchányi, Miklós – Gaal, Gyula – Török, Ádám</i> : Using game theory for the analysis of climate change	87
<i>Csete, László</i> : Sweetwater prognosis from 1982	95
Summary	104

Szalai Sándor, a SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Környezettudományi Intézet egyetemi docense (2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1., Tel.: 28/522-000/1824, E-mail: Szalai.Sandor@mkk.szie.hu)

Szécsi Nóra, a BME Környezetgazdaságtan Tanszék Regionális és Környezeti Gazdaságtan mester képzés MSc hallgatója (1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2., Q épület, Tel.: 463-1941, E-mail: nora.szecsi@gmail.com)

Török Ádám, a BME Közlekedésmérnöki Kar Közlekedésgazdasági Tanszék okleveles közlekedésmérnöke, okleveles gazdasági mérnök (1111 Budapest, Bertalan Lajos u. 2., Tel.: 463-1037, Fax: 463-3267, E-mail: atorok@kgazd.bme.hu)

Turchányi Miklós, a BME Közlekedésmérnöki Kar Közlekedésgazdasági Tanszék közlekedésmérnök hallgatója (1111 Budapest, Bertalan Lajos u. 2., E-mail: tmik79@gmail.com)

SZÁMUNK SZERZŐI

Csete László, a „KLÍMA-21” Füzetek főszerkesztője, c. egyetemi tanár (1093 Budapest, Zsil u. 3–5., Tel.: 476-3295, E-mail: csetel@mail.datanet.hu)

Csete Mária, a BME Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar Környezetgazdaságtan Tanszék egyetemi adjunktusa (1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2., Q épület, Tel.: 463-2018, E-mail: csete@eik.bme.hu)

Dezsény Zoltán, igazságügyi környezetvédelmi és mezőgazdasági szakértő (1149 Budapest, Egressy út 46/A, Tel.: 30/343-6705, E-mail: dezsény.zoltan@gmail.com)

Faragó Tibor, a Szent István Egyetem c. egyetemi tanára (E-mail: Tibor_Farago@t-online.hu)

Fehérvári Péter, a SZIE Állatorvostudományi Kar Biomatematikai és Számítástechnikai Tanszék PhD hallgatója (1078 Budapest, István u. 2., Tel.: 478-4214, Fax: 478-4217, E-mail: Fehervari.Peter@aotk.szie.hu)

Gaal Gyula, a KTI NonProfit Kft. Közlekedéspolitikai és gazdasági tagozat tudományos segédmunkatársa (1119 Budapest, Thán Károly u. 3–5., Tel.: 371-5886, Fax: 205-5930, E-mail: gaal.gyula@kti.hu)

Harnos Andrea, a SZIE Állatorvostudományi Kar Biomatematikai és Számítástechnikai Tanszék egyetemi docense (1078 Budapest, István u. 2., Tel.: 478-4213, Fax: 478-4217, E-mail: Harnos.Andrea@aotk.szie.hu)

Kotymán László, a Körös-Maros Nemzeti Park természetvédelmi tájegységvezetője (5945 Kárdoskút Sóstói telep, Tel.: 68/429-262, Fax: 68/429-262, E-mail: kotyman.laszlo@kmp.hu)

Lázár Bence, a SZIE Állatorvostudományi Kar Biomatematikai és Számítástechnikai Tanszék MSc hallgatója (1078 Budapest, István u. 2., Tel.: 478-4214, Fax: 478-4217, E-mail: lazbar@bce.hu)

Palatitz Péter, a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület kékvércse-védelmi koordinátora (1121 Budapest, Költő u. 21., Tel.: 275-6247, Fax: 275-6267, E-mail: palatitz.peter@gmail.com)

Pálfai Imre, az Alsó-Tisza vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság ny. szaktanácsadója (6720 Szeged, Stefánia u. 4., Tel.: 62/599-599, Fax: 62/599-555, E-mail: palfai.imre@gmail.com)

Solt Szabolcs, a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület Magyarország–Szerbia Határon átnyúló IPA projektjének – HU-SRB 0901/122/120 – programvezetője (1121 Budapest, Költő u. 21., Tel.: 275-6247, Fax: 275-6267, E-mail: solt.szabolcs@mme.hu)